سلسلة المختبرات العلمية

دليل العمل في
مختبر الكيمياء

جميل نعمان شاهين





www.alamthqafa.com



سلسلة المختبرات العلمية...

دليل العمل في
مختبر الكيمياء

تأليف

جميل نعمان شاهين

عضو قسم المختبرات في

وزارة التربية والتعليم ـــ الأردن





الطبعة الأولى

2006م - 1427هـ

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2005/8/2050)

542.1
شاهين ، نعمان
دليل العمل في مختبر الكيمياء/ سلسلة المختبرات العلمية/ جميل نعمان شاهين.- عمان: دار عالم الثقافة،
( ) ص

ر.إ.: 2005/8/2050
رقم الاجازة المتسلسل/ لدائرة المطبوعات والنشر 2005/8/2045
الواصفات: / المختبرات العلمية// الكيمياء التجريبية// الكيمياء العملية//

❖ تم إعداد بيانات الفهرسة والتصنيف الأولية من قبل دائرة المكتبة الوطنية

عمان – الأردن – العبدلي – تلفاكس 4613465 -6- 00962
ص.ب 927426 - الرمز البريدي 11190 عمان / الأردن

دار الأسرة للنشر والتوزيع

عمان – الأردن – الشميساني – هاتف: 00962-7-95990267

www.alamthqafa.com
E-mail: info@alamthqafa.com



مقدمة

لقد تناولت في هذا الكتاب من سلسلة المختبرات العلمية، مختبر الكيمياء، يقع هذا الكتاب في أربعة فصول إضافة إلى إرشادات السلامة العامة الواجب إتباعها عند العمل في هذا المختبر. حيث تحدثت في الفصل الأول عن تجهيزات مختبر الكيمياء وأموراً عدة تهم فني المختبر، منها: الإشارات التحذيرية التي توضع على عبوات المواد الكيميائية ومدلولاتها، فضلاً عن المواد الكيميائية المستخدمة في المختبرات التعليمية من حيث مواصفاتها، والإشارات التحذيرية الخاصة بكل مادة، وكيفية حفظها وتصنيفها، واحتياطات السلامة في تخزينها، وتعريف بالعديد من المواد الكيميائية ومركباتها، ليتمكن فني المختبر من التعرف على المواد الكيميائية عند شرائها. أما الفصل الثاني من هذا الكتاب فقد خصصته للحديث عن بعض الأجهزة المستخدمة في مختبر الكيمياء من حيث استخداماتها وحفظها وصيانتها عند الحاجة. وتناولت في الفصل الثالث أهم المهارات الأساسية الضرورية لفني المختبر في مختبر الكيمياء، ومن أهمها: كيفية تعرف المواد الكيميائية فضلاً عن تصريف الفضلات الكيميائية، وكيفية تنظيف الأدوات الزجاجية، وتشكيل الزجاج، لما لهذه المهارة من استخدامات عدة في العمل المخبري، وكيفية التخلص من بقع المواد التي قد تنسكب على الملابس.

أما الفصل الرابع، فقد تناولت فيه تحضير المحاليل الكيميائية في المختبر العلمي لأهمية هذا الموضوع في مجال العمل المخبري، حيث بدأته بشرح مفصل لأمور عامة ذات علاقة بهذا الموضوع على شكل خلفية علمية لابد لمن يعمل في مجال العمل المخبري من معرفتها، ثم استعرضت بعض الطرق المتبعة في تحضير المحاليل الكيميائية، وأخيراً عرجت على بعض النشاطات التي تساعد فني المختبرات في كيفية تحضير مثل هذه المحاليل. هذا بالإضافة إلى بعض الملاحق الهامة التي أوردتها في نهاية هذا الكتاب والتي شعرت أن العاملين في مجال المختبرات التعليمية بحاجة ماسة لها بشكل مستمر.

آملاً أن أكون قد وفقت في طرح موضوعات هذا الكتاب بشكلٍ سهل ومبسط، ليتمكن كل من يرجع إليه من الاستفادة منه بالشكل الذي يناسبه.

والله ولي التوفيق

المؤلف

السلامة في التعامل مع المواد الكيميائية

- استخدم الملصقات التحذيرية على عبوات المواد الكيميائية والأواني الزجاجية للتنبيه على خطورة محتواها والاحتياطات اللازم إتباعها عند استخدامها.
- لا تحاول نقل المواد الكيميائية خارج المختبر، وإن اضطررت لذلك فاستخدم كلتا يديك في حمل العبوة، ولا تحاول إسنادها إلى صدرك، أو حمل أكثر من عبوة في آن واحد.
- اغسل يديك جيداً بالماء الجاري بعد الانتهاء من العمل الخبري، فهذا يقلل من خطر التسمم بالمواد الكيمائية السامة.
- حضر كميات قليلة من الغازات، وخاصة الكلور والبروم، للاستخدام الآني فقط، وان استخدمت التسخين فليكن بلطف على أن يتم ذلك في خزانة طرد الغازات أو في مكان جيد التهوية.
- احذر عند قيامك بتشكيل الزجاج، وطبق إحتياطات السلامة العامة في ذلك راجع تشكيل الزجاج في هذا الكتاب.
- اقرأ التعليمات والتحذيرات الموجودة على عبوات المواد الكيميائية قبل استعمالها، واعمل على تطبيقها.
- لا تحاول استنشاق أبخرة المواد الكيميائية بشكل مباشر بأن تضع العبوة أمام أنفك؛ لأن بعضها خطر جداً، وابتعد كلياً عن تذوق المواد الكيميائية مهما كانت الأسباب.
- إذا لاحظت أن الإشارة التحذيرية الموضوعة على وعاء المادة الكيمائية تدل على أنها مادة قابلة للاشتعال؛ كالأسيتون والكحول والايثر، فابتعد عن التسخين المباشر. وابعد اللهب قدر الإمكان عن مكان عملك.

- لا تهمل لبس المريول والنظارات والقفازات الواقية عند التعامل مع المواد الكيميائية، حفاظاً على سلامتك.
- انتبه عند التعامل مع السيانيدات والفلوريدات فهي مواد خطرة جداً.
- احذر عند التعامل مع الزئبق، وإذا انسكبت كمية منه على الأرض فلا تحاول جمعها بيديك، وإذا كانت الكمية قليلة جداً، فيمكن التخلص منها برش كمية من الكبريت عليها.
- حاول أن تكون الحرارة موزعة بانتظام عند تسخين المحاليل، واستخدم شبكة التسخين الخاصة بذلك، أو حرك أنبوب الاختبار بشكل مستمر على اللهب، وأبعد فوهة الأنبوب عن وجهك أو وجه زميلك.
- لا تستعمل زجاجة خزن المحاليل مباشرة في العمل المخبري اليومي، وخذ منها ما تحتاج إليه وضعه في كأس منعاً لتلوث المادة الكيميائية، ولا ترجع المادة المتبقية إلى عبوة التخزين.
- أغلق زجاجة المادة الكيميائية بغطائها الخاص مباشرة بعد أخذ الكمية المناسبة منها، منعاً لخلط الأغطية ببعضها مما يؤدي إلى تلوث المواد الكيميائية، وبالتالي فشل بعض التجارب.
- لا تستخدم طريقة السحب بالفم عند أخذ كميات من المواد الكيميائية بوساطة الماصة، واستخدم عوضاً عن ذلك الانتفاخ المطاطي (Pipette Fillers) لضمان سلامتك.
- تجنب تناول الأطعمة أو تخزينها في المختبر، ولا تشرب من الماء المخصص للمختبر.
- تجنب التدخين داخل المختبر وخاصة قرب المواد الكيميائية، فبعضها ذات أبخرة شديدة العشق للهب.

الاحتياطات اللازمة لتجنب الحوادث في مختبر الكيمياء

عند الاشتغال بالحموض والقواعد

- **تخفيف الحمض بالماء**

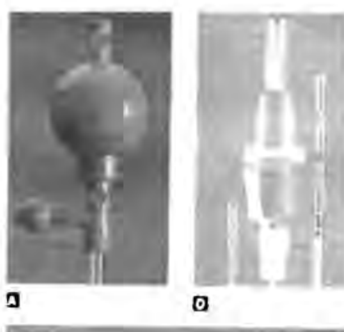
ينبغي دائماً إضافة الحمض إلى اناء قطرة قطرة وليس العكس، مع التحريك المستمر للمزيج بعد إضافة كل قطرة، وخاصة عند تخفيف حمض الكبريتيك، خوفاً من تطايره.

- **قوارير الحموض والقواعد**

تحفظ القوارير المحتوية على الحموض والقواعد في الرفوف السفلى من الخزائن، وعندما تستخرج تمسك جيداً بوضع قائم وباليدين معاً، على أن تكون الأيدي جافة، ولا يجوز أن تحفظ الحموض والقواعد في قوارير ذات أغطية زجاجية مسنفرة (لأنها قد تستعصي عند الفتح).

- **سحب المادة الكيميائية باستخدام الماصة**

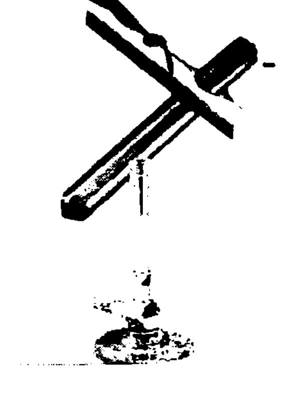
يفضل، ما أمكن، استعمال المخابير المدرجة الصغيرة، لقياس الكمية المطلوبة من الحموض والقواعد، أما إذا كان لا بد من استخدام الماصة لإجراء قياسات أدق فليكن السحب باستخدام الانتفاخ المطاطي، (Pipette Fillers).





عند تسخين الزجاجيات

- أنابيب الاختبار



لا يجوز تسخين أنبوب الاختبار مباشرة من أسفله، فقد يتناثر السائل الذي فيه، والطريقة الأسلم لتسخينه تكون بتعريضه من الوسط للهب مع التحريك المستمر وبلطف لتوزيع الحرارة، ويجب أن تكون فوهة الأنبوب موجهة بعيداً عن الفاحص أو أي شخص آخر يقف قريباً منه، وذلك خوفاً من تطاير المادة الموجودة بداخله.

- الزجاج العادي والبايركس

لا يسخن على لهب بنسن أو أي مصدر حراري آخر إلا الزجاجيات المصنوعة من البايركس وأواني البورسلين، أما الزجاج العادي فإنه ينكسر عند تعرضه للحرارة.

عند التعامل مع السوائل القابلة للاشتعال

ينبغي أن لا يحتفظ في المختبر إلا بكميات قليلة من السوائل القابلة للاشتعال؛ كالايثر والايثانول والأسيتون والبنزين والتولوين، وذلك لخطورتها.

تحذير:

> الإيثر مادة شديدة العشق للهب، حتى لو كان على بعد أمتار منها، لذلك أبعدها قدر الإمكان – عند الخزن أو الاستعمال ـ عن مصادر الحرارة وأشعة الشمس المباشرة.

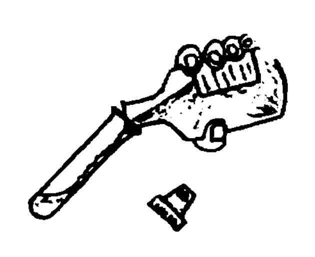
عند التعامل مع غاز البيوتان

- أشعل عود الثقاب أولاً عند إشعال موقد لهب بنسن، وضعه أمام موقد اللهب قبل فتح صنبور الغاز.
- أقفل الصمامات الرئيسة لجميع أسطوانات الغاز المتوافرة في المختبر قبل مغادرته.
- استبدل الأنابيب البلاستيكية الواصلة بين موقد اللهب واسطوانة الغاز كلما رأيت ذلك ضرورياً، وخاصة عند تشقق الأنبوب.
- افتح النوافذ جميعها إذا استنشقت رائحة غاز داخل المختبر، ولا تحاول إشعال عود الثقاب أو المصابيح الكهربائية إلا بعد أن تتأكد من خلو جو المختبر من رائحة الغاز.

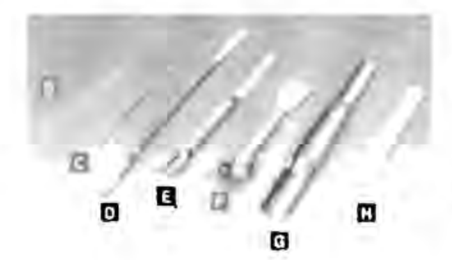
السلامة في استخدام بعض الأدوات في مختبر الكيمياء

سكب السائل من الزجاجة:

- لا تستخدم عبوات الخزن الكبيرة في العمل المخبري اليومي، واستخدم عوضاً عن ذلك عبوات صغيرة تملأها كلما فرغت من العبوة الكبيرة.
- استخدم الماصة في أخذ العينات التي تريدها من الزجاجات الصغيرة على أن تغسل الماصة مباشرة بعد الاستخدام.
- إذا اضطررت لسكب السائل من الزجاجة مباشرة:
  - حافظ على اللاصق الموضوع على الزجاجة في أثناء السكب، وليكن اتجاهه إلى الأعلى.
  - لا تبعد سدادة الزجاجة عن مكان العمل، وأغلق الزجاجة بغطائها الخاص مباشرة فور الانتهاء من السكب.
  - لا تملأ أنبوب الاختبار كاملاً.



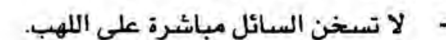
أخذ عينة صلبة من عبوة:



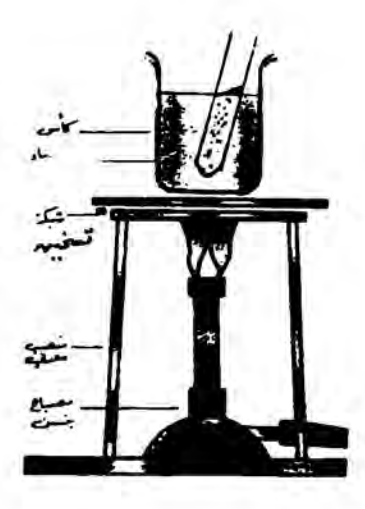
- استخدم ملعقة خاصة نظيفة (ملعقة سباتولا).
- لا تملأ الملعقة حتى لا تتسكب المواد الكيميائية.
- أغلق العبوة مباشرة بعد أخذ العينة منها، وأعدها إلى مكانها الطبيعي.
- اغسل الملعقة مباشرة بعد استخدامها، وجففها جيداً.

تسخين المواد الكيميائية باستخدام أنبوب اختبار:

- اخلط المواد الكيميائية داخل أنبوب الاختبار جيدا، إما برج الأنبوب أو بوساطة قضيب زجاجي.
- لا تمسك الأنبوب مباشرة بيدك، واستخدم بدلا من ذلك ماسك أنابيب الاختبار.
- لا توجه أنبوب الاختبار في أثناء تسخينه نحوك أو نحو زملائك.
- سخن وسط الأنبوب مع التحريك المستمر له في أثناء التسخين؛ لتوزيع الحرارة على جميع أجزاء السائل.



تسخين سائل متطاير وقابل للاشتعال:



- لا تسخن السائل مباشرة على اللهب.
- استخدم حماماً مائياً عند التسخين، واحرص على أن يكون قعر الأنبوب بعيداً بعض الشيء عن السطح السفلي للحمام المائي.
- احذر من الأبخرة المتطايرة.
- حرك السائل في أنبوب الاختبار جيداً وباستمرار بوساطة قضيب زجاجي.

الفصل الأول

تجهيزات مختبر الكيميـــاء

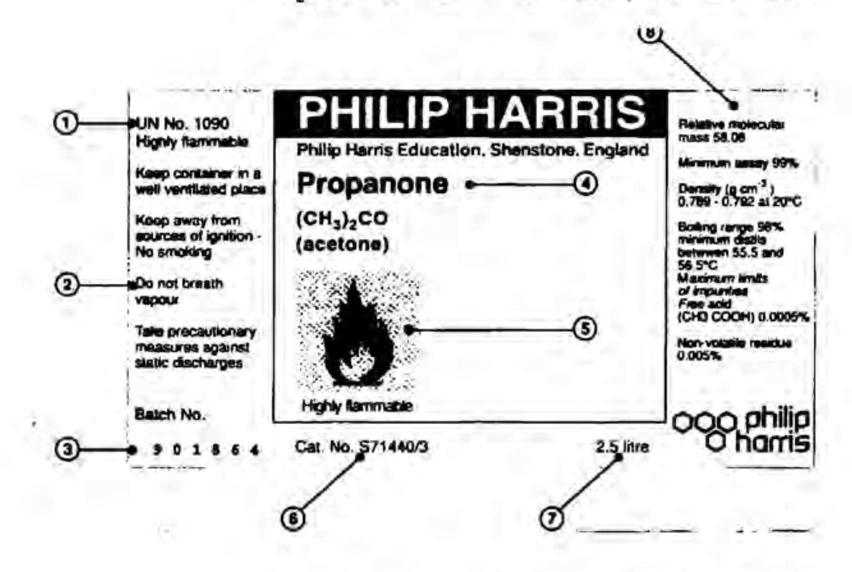
- الإشارات التحذيرية ومدلولاتهـــــــــــا
- المواد الكيميائية ومواصفاتهـــــــــــا
- أجهـــــزة وأدوات مختبر الكيميـــــــاء
- خزن وتصنيف تجهيزات مختبر الكيمياء
- التعريف ببعض العناصر ومركباتهـــــــا

الإشارات التحذيرية ومدلولاتها

قبل الحديث عن الإشارات التحذيرية التي توضع على عبوات المواد الكيميائية، لا بد من الإشارة إلى ما تحمله تلك الملصقات التي تثبت على هذه العبوات، حتى نتمكن من التعامل معها بالشكل الصحيح الذي يحقق الفائدة المرجوة من وضعها.

تختلف الشركات المنتجة للمواد الكيميائية في تصميم شكل الملصقات، ولكنها تتفق على معظم المعلومات الواردة فيها، وقد ارتأينا في هذا الكتاب وضع ملصق لإحدى الشركات، وشرح ما جاء فيه من معلومات، ليكون الأساس للاعتماد عليه في ترجمة المعلومات التي تحملها مثل هذه الملصقات.

حيث تدل الأرقام المبينة في الشكل على ما يأتي:



رقم (1): رقم خاص بالشركة (رقم دولي).

رقم (2): خطورة المادة وكيفية الوقاية منها.

رقم (3): رقم خاص بالشركات (رقم العملية أو الوجبة التي أخذت منها المادة).

رقم (4): اسم الشركة الصانعة.

رقم (5): اسم المادة الكيميائية والصيغة الجزيئية والاسم التجاري للمادة.

رقم (6): الإشارة التحذيرية الخاصة بالمادة.

رقم (7) رقم خاص بـ (كتالوج) الشركة.

رقم (8): سعة العبوة.

رقم (9): الكتلة الجزيئية النسبية ومعلومات أخرى عن المادة.

وفيما يأتي جدول يبين بعض الإشارات التحذيرية التي توضع على عبوات المواد الكيميائية، وما تدل عليه، والتحذير الواجب إتباعه عند التعامل مع العبوات التي تحمل هذه الإشارات.

جدول رقم (1)

الإشارات التحذيرية ومدلولاتها،

وخطورة المواد الكيميائية وكيفية التعامل معها

الإشارة التحذيرية ومدلولها	خطورة المادة الكيميائية وكيفية التعامل معها
مادة سامة جداً	• الخطر: تتمثل خطورة هذه المادة على الصحة في استنشاقها أو ابتلاعها أو ملامستها للجلد، حيث من الممكن أن تسبب الوفاة. • التحذير: تعامل معها بحذر شديد، وتجنب ملامستها للجلد أو محاولة استنشاق أبخرتها، أو تذوقها، أو استخدام طريقة السحب بالفم عند أخذ كمية منها باستخدام الماصة، ويجب استدعاء الطبيب فوراً في حال حصول ذلك.

الإشارة التحذيرية ومدلولها	خطورة المادة الكيميائية وكيفية التعامل معها
Corrosive مادة آكلة أو قارضة	• الخطر: إذا لامست المواد الكيميائية التي تحمل هذه الإشارة الأدوات أو الأنسجة الحية فإنها تؤدي إلى قرضها أو تآكلها وتخريبها. • التحذير: ابتعد عن أبخرتها، وتجنب ملامستها للجلد والملابس، وسقوطها على الأدوات.
Irritant مادة مهيجة	• الخطر: يكون للمواد الكيميائية التي تحمل هذه الإشارة آثار مهيجة على الجلد والعين والأعضاء التنفسية. • التحذير: ابتعد عن أبخرتها، وتجنب ملامستها للجلد أو العين.
Harmful مادة مؤذية وضارة	• الخطر: تسبب المواد الكيميائية التي تحمل هذه الإشارة تلفاً وضرراً لأنسجة الجسم في حال استنشاقها أو ملامستها. • التحذير: تجنب الأبخرة المتصاعدة منها، وابتعد عن ملامستها للجلد والعين، وراجع الطبيب فوراً عند التأذي بها.
Explosive مادة متفجرة	• الخطر: يكون للمواد الكيميائية التي تحمل هذه الإشارة خاصية الانفجار إذا تعرضت لظروف معينة. • التحذير: تعامل مع هذه المواد بحذر شديد، وتجنب الاحتكاك والصدمات والشرارات الكهربائية أو الحرارة، عند التعامل معها.

الإشارة التحذيرية ومدلولها	خطورة المادة الكيميائية وكيفية التعامل معها
Flammable مادة قابلة للاشتعال بسرعة	1. الخطر: مواد تشتعل تلقائياً. التحذير: تجنب وضعها بالقرب من اللهب أو ملامستها للنار، أو وضعها تحت أشعة الشمس المباشرة. 2. الخطر: غازات قابلة للاشتعال. التحذير: احفظها بعيداً عن مصادر الحرارة، وتجنب تكون مزيج من غازات مشتعلة. 3. الخطر: سوائل قابلة للاشتعال. (تكون درجة وميضها أقل من 21° س) التحذير: احفظها بعيداً عن النار ومصادر الحرارة، ومصادر الشرارة.
Oxidising مادة مؤكسدة	• الخطر: يمكن أن تشكل المواد المؤكسدة مواد قابلة للاحتراق، وبالتالي تزيد من اشتعال النار في الحرائق، مما يجعل عملية إطفائها صعبة. • التحذير: احفظها بعيداً عن المواد القابلة للاشتعال، وعن مصادر الحرارة واللهب.
Radioactive مادة مشعة	• الخطر: تسبب خطراً على الشخص الذي يتعامل معها، ومن الممكن أن تظهر أعراض هذا الخطر متأخرة بعض الشيء.

الإشارة التحذيرية ومدلولها	خطورة المادة الكيميائية وكيفية التعامل معها
تابع / مادة مشعة •	● التحذير: – لا ترفعها من أوعية الحفظ الخاصة بها. – لا تمسكها باليد، واستخدم ملقطاً لذلك، واغسل يديك جيداً بعد كل تجربة تستخدم فيها المواد المشعة. – تجنب الأكل والشرب في الأماكن التي توجد فيها مواد مشعة. – أبعد النظائر المشعة عن العين والفم وبثور الجلد المفتوحة.

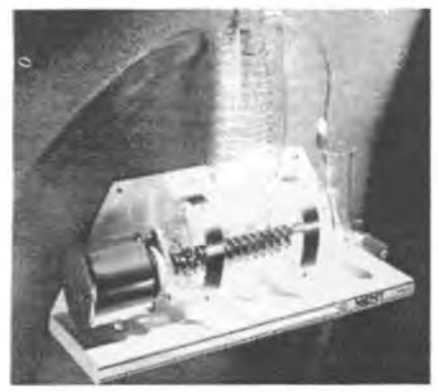
المواد الكيميائية ومواصفاتها

رتبت المواد الكيميائية المستخدمة في المختبرات التعليمية في الملحق رقم (3) من الملاحق، حسب الحروف الهجائية، وهذا الترتيب ينطبق فقط على أسماء المواد والمركبات الكيميائية باللغة الإنجليزية، لتسهيل استخدام هذا الجدول عند البحث عن مادة كيميائية ما، الإضافة إلى ذكر الاسم البديل لبعض المواد الكيميائية إن وجد، ووضع رمز كل مادة كيميائية، والإشارة التحذيرية الخاصة بها، وسعة العبوة المطلوبة وتركيز المادة وكثافتها وحالة المادة في الظروف الطبيعية وبعض الملاحظات الخاصة بالمادة (انظر الملحق رقم (3) في الملاحق في نهاية الكتاب).

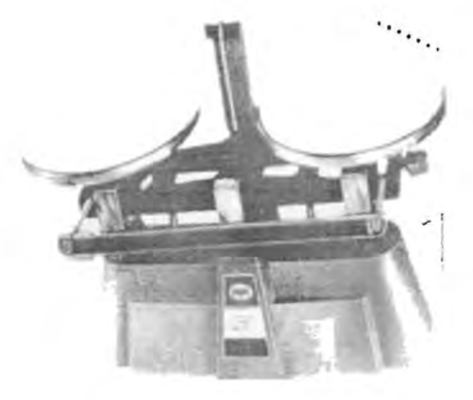
أجهـزة وأدوات مختبر الكيمياء

الأجهزة والأدوات غير الزجاجية

أ. الأجهـزة:



جهاز تقطير الماء (Water Still)



ميزان حساس ذو كتفين

Double Beam Balance



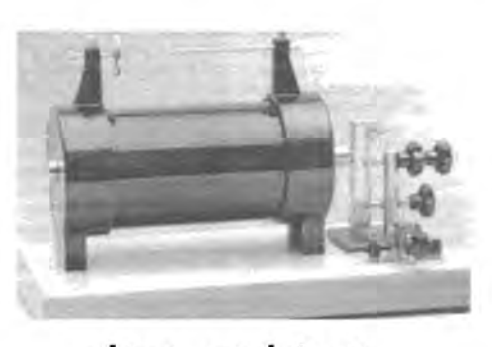
ميزان حساس رقمي

(Digital Balance)



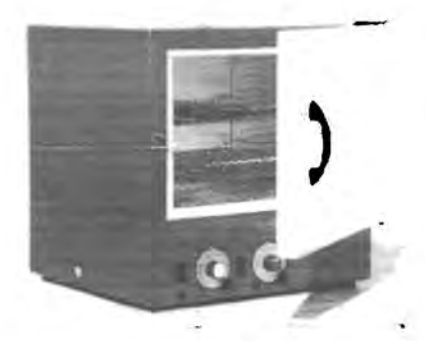
جهاز قياس درجة الحموضة

(pH-Meter)



ملف حثي "ملف رمكورف"

(Induction Coil)



فرن تجفيف

(Drying Oven, Thermostated)



موقد لهب بنسن

(Bunsen Burner)



طقم نماذج تركيب الجزيئات

(Molecular Models)

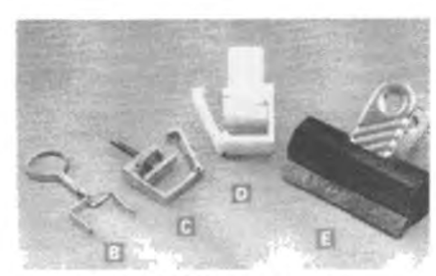


مقص أنابيب زجاجية (Tube Cutter)

ب. الأدوات:



ملقط بوتقة (Tongs Crucible)

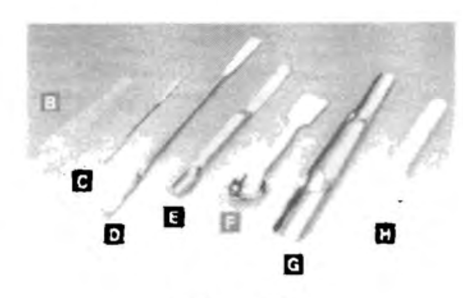


ملقط موهر (Mohr Clip)



ملقط أنابيب اختبار

(Test Tubes Holder)



ملعقة سباتولا

(Spatula)



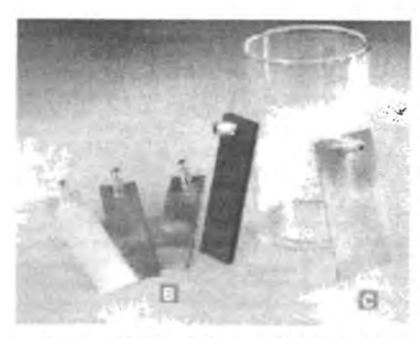
مثقب فيلن

(Cork Borers)



مثلث خزفي

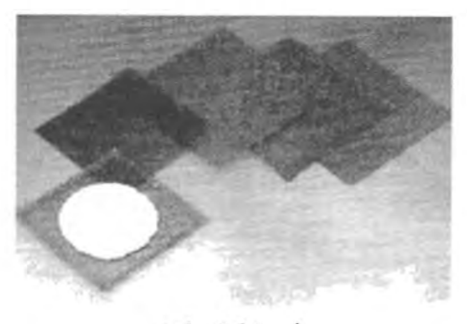
(Triangle Pipe Clay)



مجموعة صفائح معدنية : (أقطاب: نحاس، رصاص، حديد ، فضة ، كربون، خارصين)
(Plates)



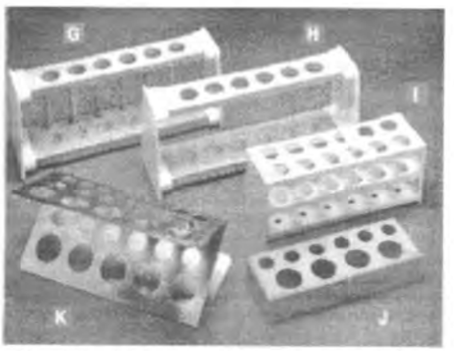
فراشي تنظيف أنابيب
(Test Tube Brush)



شبكة تسخين
(Guaze)



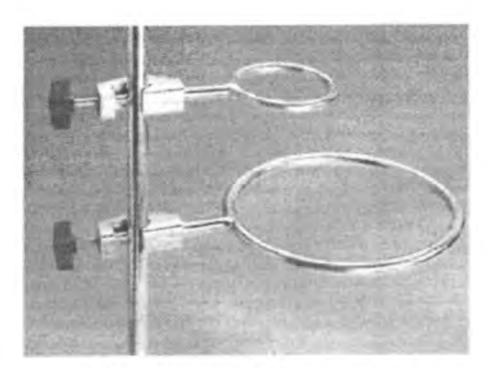
منصب ثلاثي الأرجل
(Tiangular Stand)



حامل أنابيب اختبار **(Tast Tube Stand)**



حامل سحاحة **(Burettes Stand)**



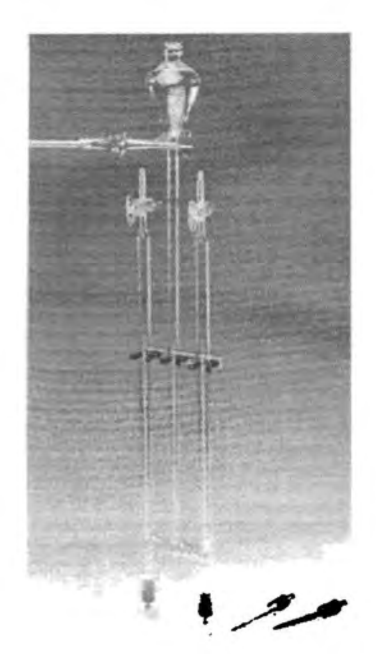
حامل معدني مع ملحقاته (Stand)

الأجهزة والأدوات الزجاجية

أ. الأجهزة:



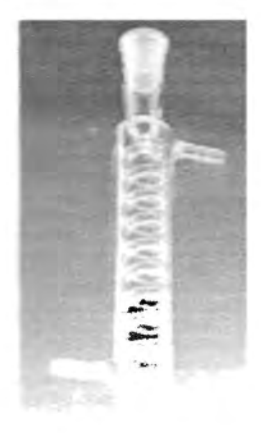
جهاز تحضير الغازات وجمعها
(Kipp Gas Generator)



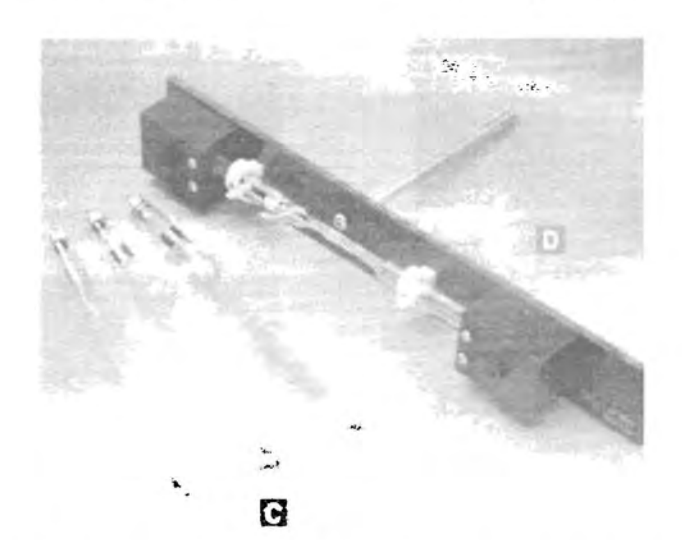
جهاز تحليل الماء
(Hoffmann's Voltameter)



مكثف ليبيج
(Liebig Condenser)



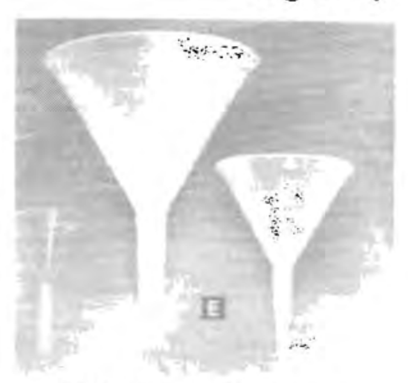
مكثف جراهام
(Graham Condenser)



طقم أنابيب الطيف (هيدروجين، أكسجين، نيتروجين، نيون، آرغون، هيليوم)

(Spectum Tubes)

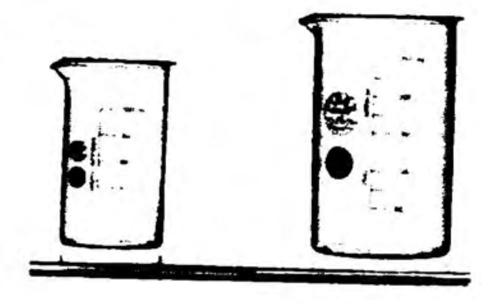
ب. الأدوات:



قمع ترشيح (Filter Funnel)



دورق مخروطي (Flask Conical)



كأس زجاجية مدرجة
(Beaker)



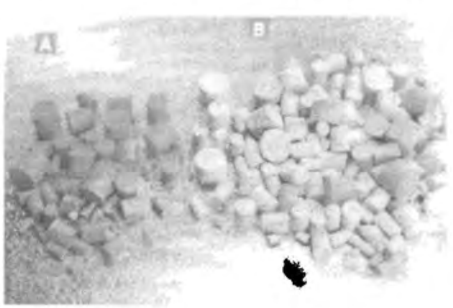
زجاجة حفظ مع غطاء
(Reagent Bottle)



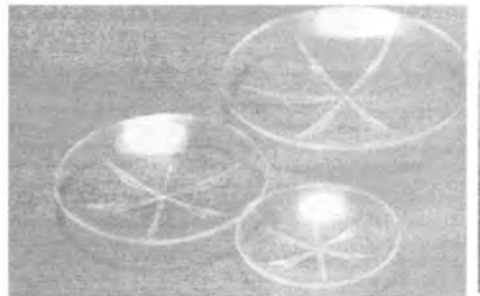
نظارات واقيه (Safety Goggles)



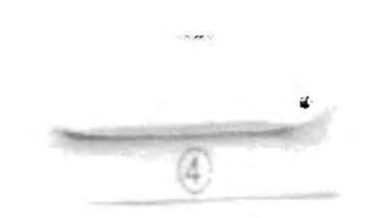
أنابيب اختبار (Test Tubes)



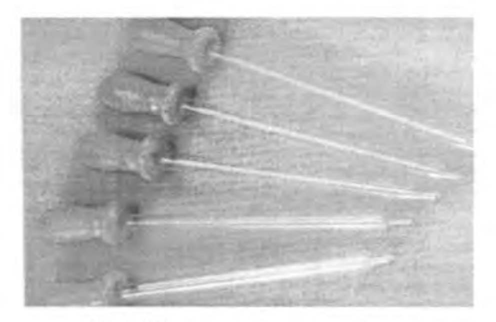
سدادات (مطاط، فلين) Stoppers



زجاجة ساعة (Watch Glass)



ملعقة احتراق (Combustion Boats)



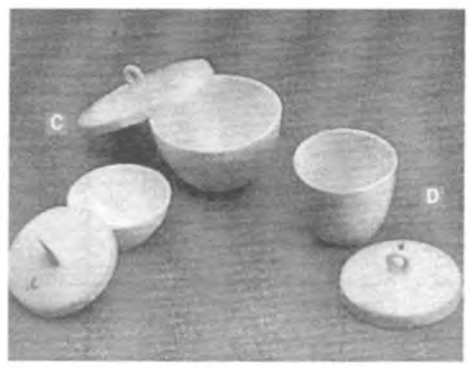
قطارة زجاجية (Eye Dropper)



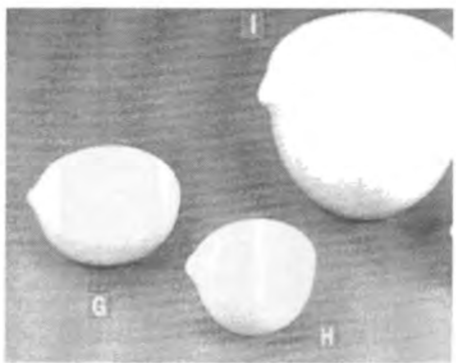
آنابيب زجاجية للتشكيل
Glass Tubing



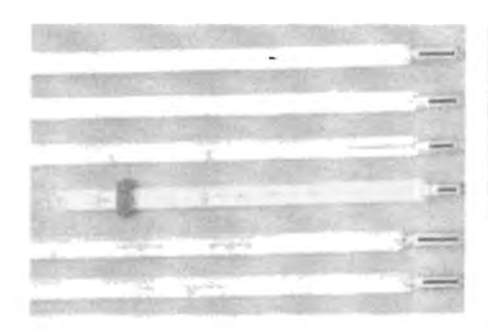
هاون مع يد
Mortar and Pestle



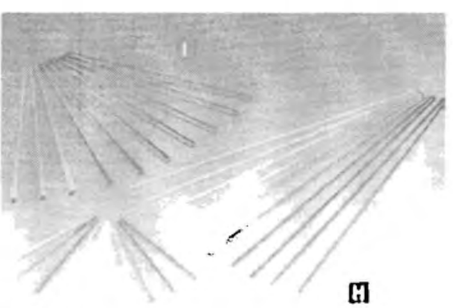
بوتقة مع غطاء "بورسلين"
Porcelain Crucible



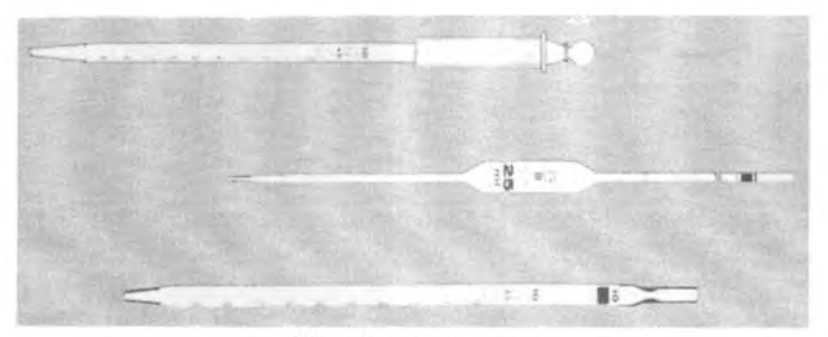
صحن تبخير
Evaporation Basin



ميزان حرارة (مئوي، فهرنهيتي)
Thermometer



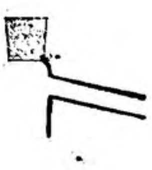
قضيب تحريك زجاجي
Glass Stirring Rod



ماصة مدرجة (Pipettc)



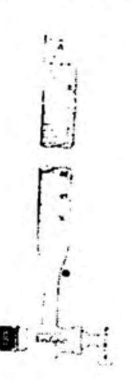
أنابيب توصيل مطاطية
(Rubber Tubing)



دورق تقطير بفتحة جانبية
(Distillation Flask)



قمع أمان (Funnel Thistle)



سحاحة (Burette)



حوض زجاجي دائري (Pneumatic
(Trough



زجاجة الوزن النوعي
Specific Gravity Bottle



زجاجة تنقيط

(Dropping Bottle)



دورق كروي (حجوم مختلفة)

Flask Borosilicate



دورق حجمي مع غطاء (حجوم مختلفة)

Flask Volumetric



مخبار مدرج (حجوم مختلفة)

Graduated Measuring Cylinder

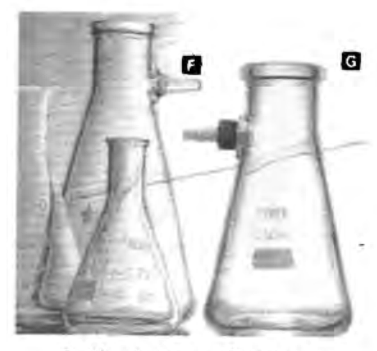


دورق غسيل بلاستيكي

Washing Bottle



زجاجة حفظ المحاليل مع غطاء (حجوم مختلفة) (Bottle)



دورق ترشيح بفتحة جانبية
Flask for Suction Filtration



قمع فصل
Funnel Separating



أنبوب تورشلي
Torricelli Tube



قمع بخنر
Buchner Funnel

أنابيب زجاجية شعرية
Capillary Tubes

آنابيب زجاجية أشكال
Glass Tubes(Y,U,T)

خزن وتصنيف تجهيزات مختبر الكيمياء

تصنيف المواد الكيميائية



من الضروري أن يتعود العاملون في المختبرات العلمية على قراءة الملصقات المثبتة على عبوات المواد الكيميائية عند استلامها وقبل تخزينها وتصنيفها أو استخدمها؛ لتعرف مخاطر هذه المواد والاحتياطات اللازم إتباعها عند التعامل معها. وإذا لم تكن هذه الملصقات موجودة فعلى فني المختبر توفيرها ووضعها على عبوات المواد الكيميائية، على أن تكون غير قابلة للذوبان أو الإزالة.

طرق تصنيف المواد الكيميائية

تُتبع طرق عدة في تصنيف المواد الكيميائية وترتيبها في المختبرات لتسهيل الوصول إليها عند الحاجة، وضمان سلامتها وسلامة الأشخاص الذين يتعاملون معها، ومن هذه الطرق.

- **الطريقة الأولى:**

تصنيف المواد الكيميائية في مجموعات حسب مركبات الفلز:

فمثلاً: مركبات الصوديوم.

مركبات النحاس.

مركبات البوتاسيوم.... وهكذا.

بحيث توضع كل مجموعة في رف أو خزانة خاصة بها، وهذه الطريقة من أسهل الطرق وأكثرها إتباعاً.

- **الطريقة الثانية:**

تصنيف المواد الكيمائية حسب الحروف لأبجدية:

فمثلاً: الأيوزين............................... في مجموعة حرف أ.

الحموض............................ في مجموعة حرف ح.

كربونات الصوديوم ......في مجموعة حرف ك.... وهكذا.

- **الطريقة الثالثة:**

تصنيف المواد الكيميائية حسب تأثيرها:

فمثلاً: الحموض: في مجموعة خاصة بها.

القواعـد: في مجموعة خاصة بها.

الكواشف: في مجموعة خاصة بها.... وهكذا.

وتكمن خطورة هذه الطرق في إمكانية تجميع مواد تشكل خطراً إذا اجتمعت مع بعضها:

فمثلاً: يمكن أن تجتمع مادة مؤكسدة مع مادة قابلة للاشتعال في المجموعة نفسها وفي الرف نفسه أو الخزانة نفسها. أو مادة سامة مع مادة قابلة للاشتعال، مما يشكل خطراً على الأشخاص الذين يتعاملون مع هذه المواد.

- **الطريقة الرابعة:**

تصنيف المواد الكيميائية في مجموعات حسب الإشارات التحذيرية الموضوعة عليها. ولقد أوردنا قائمة بمعظم المواد الكيميائية المستخدمة في المختبرات المدرسية، وذكرنا الإشارة التحذيرية الخاصة بكل منها (ملحق رقم 3).

فمثلاً: مواد سامة.... في مجموعة.

مواد قابلة للاشتعال..... في مجموعة...... وهكذا.

وتكمن سلبية هذه الطريقة في وجود عدد كبير من المواد لا تحمل إشارات تحذيرية.

ويجب عند إتباع أية طريقة من الطرق سالفة الذكر في تصنيف المواد الكيميائية وترتبيها، الأخذ في الاعتبار عدم وضع المواد الواردة أدناه بجانب بعضها، منعا لوقوع حوادث قد يكون لها آثار سلبية، فيجب أو يوضع:

- الفسفور الأبيض بعيداً عن: الهواء، الأكسجين، القلويات والمواد المختزنة.
- حمض الكبريتيك بعيداً عن: الكلورات، البيرمنغنات، البيروكلورات، المعادن الخفيفة.
- حمض النيتريك بعيداً عن: حمض الخليك، حمض الكروميك، النحاس، السوائل والغازات المشتعلة، المعادن الثقلية، كبريتيد الهيدروجين، حمض الهيدروسيانيك.
- حمض الخليك بعيداً عن: حمض الكروميك، حمض النيتريك، حمض البيروكلوريك، البيرمنغنات، البيروكسيدات، مركبات الهيدروكسيل.
- الحموض بعيداً عن: الكبريتات بشكل عام، النيتريت.

- الأستيون بعيداً عن: حمض الكبريتيك المركز ومحاليله، حمض النيتريك المركز.
- الأمونيا بعيداً عن: الزئبق، الهالوجينات، هيبوكلوريت الكالسيوم، اليود.
- الكربون المنشط بعيداً عن: المواد المؤكسدة، هيبوكلوريت الكالسيوم.
- النحاس بعيداً عن: بيروكسيد الهيدروجين، الأستيلين.
- اليود بعيداً عن: الأمونيا، الهيدروجين، الاستيلين.
- الفضة بعيداً عن: حمض الأوكزليك، مركبات الأمونيوم، الاستيلين.
- الأكسجين بعيداً عن: المواد المشتعلة، الهيدروجين، الزيوت.
- الهيدروكربونات بعيداً عن: البروم، الكلور، حمض الكروميك، بيروكسيد الصوديوم.
- بيروكسيد الهيدروجين بعيداً عن: الأسيتون، الكحولات، الكروم، النحاس، المواد العضوية.
- السوائل المشتعلة بعيداً عن: نترات الأمونيوم، بيروكسيد الهيدروجين، حمض النيتريك، حمض الكروميك، الهالوجينات، الهيدروجين.
- القلويات والمعادن الترابية بعيداً عن: ثاني أكسيد الكربون، الماء، الهالوجينات، رباعي كلوريد الكربون.

تصنيف الأجهزة والأدوات

الأجهزة:

تحفظ الأجهزة في خزانة خاصة بها بعيداً عن المواد الكيميائية قدر الإمكان، ولا يجوز حفظها، ومهما كانت الأسباب، في خزانة حفظ المواد

الكيميائية نفسها؛ لتأثرها بالأبخرة والغازات المتصاعدة من عبوات هذه المواد، مما يؤدي إلى تلفها مع الزمن.

وعند تصنيف التجهيزات المخبرية في مختبر الكيمياء، يراعى وضع الأجهزة الكبيرة والثقيلة في الرفوف السفلى، أما الأجهزة والأدوات الصغيرة فتوضع في الرفوف العليا، كما وتوضع الأدوات المستخدمة بكثرة في الأمام، أما الأجهزة والأدوات التي يكون استخدامها أقل فتوضع في الخلف في الرف نفسه، وإذا كان المكان ضيقاً، أو كانت الخزائن قليلة والمساحة محصورة، فيمكن حفظها في خزانة واحدة مع الأدوات الزجاجية، شريطة أن يكون موضعها في الرفوف السفلى؛ خشية سقوطها على الأدوات الزجاجية مما يؤدي إلى تلفها.

كما ويفضل عند تخزين الأجهزة والأدوات وحفظها أن توضع في مكان جاف جيد التهوية وبعيداً عن الرطوبة والغبار، وذلك منعاً لتكون الصدأ عليها، مما يعطلها أو يتلفها. وقبل استخدام هذه الأجهزة تقرأ النشرة المرفقة مع كل جهاز لتعرف أجزائه وطريقة تشغيله واستخدامه.

ويراعى عند تعطل الأجهزة الدقيقة، عدم العبث بها، وإرسالها إلى المختصين لإجراء الصيانة اللازمة لها، وعدم تخزينها في مختبر فترة طويلة وهي معطلة، مما قد يضاعف الأعطال فيها، وخاصة إذا كانت عملية تخزينها غير صحيحة. ولا تحاول التخلص من الصندوق الخاص بالجهاز عند تخزينه، وخاصة الموازين وجهاز قياس درجة الحموضة وأنابيب الطيف، فمثل هذه الصناديق أو العبوات صنعت خصيصاً لحفظ هذه الأجهزة، ومن الخطأ إتلافها.

الأدوات الزجاجية:

تحفظ هذه الأدوات في خزانة خاصة بها حسب أنواع وحجومها، وبطريقة تضمن سلامتها وسهولة الوصول إليها عند الحاجة.

فالأدوات الصغيرة؛ كالمكثفات و زجاجات الساعة وزجاجات الوزن النوعي فتوضع في رفوف تكون بمستوى البصر، وذلك لتسهيل الوصول إليها.

أما الماصات والسحاحات فتحفظ في أدراج خاصة بها، مقسمة إلى أقسام حسب طولها وسعتها.

وينصح بتنظيف الأدوات مباشرة بعد استخدامها، كما سيمر لاحقاً، وتركها لتجف، ثم إعادتها إلى مكانها الطبيعي على الرفوف؛ منعا لتكلس الأملاح والمواد على جدرانها، مما يؤدي إلى تلفها بمرور الزمن.

خزن المواد الكيميائية

قبل الحديث عن خزن المواد الكيميائية لا بد أولاً من تعريف الشخص الذي يعمل في المختبرات بقواعد السلامة العامة في التخزين، وأنواع المخازن اللازمة لهذه المواد.

قواعد السلامة العامة في المخازن الكيميائية

- يجب استخدام خزائن خاصة أو إلحاق غرفة صغيرة بالمختبر، تكون مزودة بنظام تهوية جيد، للتخلص من الروائح والغازات المنبعثة من عبوات المواد الكيميائية، تستخدم لتخزين الماد الكيميائية.
- يفضل أن تكون خزائن حفظ المواد الكيميائية ذات رفوف مصنوعة من مادة مقاومة للمواد الكيميائية أو مغطاة بطبقة من الفورمايكا، ومزودة بأقفال.

- يجب وضع الملصقات المناسبة على عبوات المواد الكيميائية، على أن تحتوي على الإشارة التحذيرية للمادة، واسمها، والرمز الكيميائي لها، ودرجة تركيزها.
- إذا لم تتوافر خزائن خاصة بالمواد الكيميائية، فمن الممكن الاستعاضة عنها برفوف بعيدة عن متناول أيدي الطلبة، وعن أجهزة التسخين وأشعة الشمس المباشرة، على أن لا يزيد ارتفاع هذه الرفوف عن مستوى نظر الشخص المُتعامل معها.
- لا تحاول تخزين كميات كبيرة من المواد الكيميائية، لأن التخزين لفترة طويلة يقلل من فاعلية المادة.
- ضع العبوات الكبيرة في الرفوف السفلى، والعبوات الصغيرة في الرفوف العليا.
- في الرف الواحد ضع العبوات قليلة الاستخدام في الخلف، والعبوات ذات الاستخدام المتكرر في الأمام.

أنواع المخازن الكيميائية

هناك ثلاثة أنواع من المخازن الكيميائية:

1. الرفوف والخزائن الخاصة بالمواد الكيميائية: يشترط احتواء هذه الخزائن على فتحات خاصة للتهوية؛ للتخلص من الغازات المنبعثة من المواد الكيميائية.
2. غرف صغيرة ملحقة بالمختبرات: يجب تزويدها بمراوح شفط ونظام تهوية جيد يسمح بتوفير مجرى هواء دائم.

3. المخازن الكبيرة: تبنى هذه المخازن بعيداً عن البناء الرئيس، وتزود بنظام تهوية جيد، فضلاً عن استخدام مواد خاصة في بنائها مع التركيز على ضرورة توفير متطلبات السلامة العامة، ونظام إنذار مبكر؛ لضمان سلامة الأشخاص العاملين فيها، ومنع وقوع الحوادث قدر الإمكان.

وغالباً ما تستخدم هذه المخازن في المصانع التي تقوم صناعاتها على المواد الكيميائية؛ كشركات الأدوية، ومخازن المواد الكيميائية والأدوية في الجامعات والمستشفيات ومعاهد الدراسات العليا.

احتياطات السلامة في تخزين المواد الكيميائية



◆ المواد السامة Toxic



لا بد من الحديث عن هذه المواد قبل التعرف بكيفية تخزينها، لخطورتها.

هناك نوعان من السموم: الأول حاد تظهر أعراضه مباشرة، والآخر مزمن؛ تظهر أعراض الإصابة به بمرور الزمن.

وتتراوح خطورة السموم الحادة والمزمنة من الموت إلى الإعاقة التامة، وذلك تبعاً لنوع المادة وكمية الجرعة، وزمن التعرض لهذه المادة، فمنها ما يؤدي إلى الموت مباشرة، ومنها ما يسبب الشلل الدماغي أو السرطان الخبيث أو درجات أقل خطورة يظهر أثرها مع الزمن.

- ومن السموم الحادة: غاز أول أكسيد الكربون (CO)، غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2O)، غاز ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2).
- ومن السموم المزمنة: نترات الزئبق $Hg(NO_3)_2$، غاز الكلور (Cl_2)، الاسبستوز.

وتدخل هذه السموم إلى جسم الإنسان بطرق ثلاث، تبعاً لطبيعة المادة، وهذه الطرق هي:

- الاستنشاق: مثل غاز NO_2, CO, Cl_2, H_2S وغيرها.
- عن طريق الجهاز الهضمي: وتشمل الكيميائيات التي يمكن أن تدخل الجسم عن طريق شرب الماء الملوث أو الأكل في المختبرات، أو استخدام طريقة السحب بالفم عند استخدام الماصة.
- الامتصاص عن طريق الجلد: مثل HNO_3 ، $AgNO_3$ ، والمذيبات العضوية مثل: الأسيتون والبنزين والفينول وغيرها.

خزن المواد السامة والضارة:

- مواد سامة غير قابلة للاشتعال ويراعى عند تخزينها ما يلي:
  - تخزن بعيداً عن المواد الغذائية.
  - تخزن في أماكن بعيدة، بحيث لا تصل أبخرتها إلى أماكن الكائنات الحية أو مناطق العمل.
- مواد سامة وقابلة للاشتعال ويراعى عند تخزينها ما يلي:
  - تخزن بعيداً عن المواد المشتعلة.
  - تخزن بعيداً عن مصادر الشرر واللهب وأشعة الشمس المباشرة.



المواد الآكلة أو القارضة Corrosive

ومنها:

أ. الحموض القوية: كحمض الهيدروكلوريك (HCl) وحمض النيتريك (HNO_3)، وحمض الكبريتيك (H_2SO_4)، أو مزيج من حمض الكروميك وحمض الكبريتيك... وغيرها، ويتراوح خطر هذه المواد من مهاجمة الجلد وتجفيفه أو حرقه إلى حرق العظام أو عمى العين.

ب. القواعد القوية: كهيدروكسيد الصوديوم (NaOH)، وهيدروكسيد البوتاسيوم (KOH)، والأمونيا (NH_3)، وغيرها.

ج. الأبخرة المختلفة، كأبخرة حموض الكبريتيك والفوسفوريك والكلوريدريك والنيتريك وغيرها.

كيفية تخزين المواد الآكلة أو القارضة:

يراعى عند تخزين المواد الآكلة أو القارضة ما يلي:

- تحفظ في مكان بارد تحت درجة حرارة أعلى قليلاً من درجة تجمدها.
- تخزن في مكان جاف وذي تهوية جيدة.
- تخزن بعيداً عن الغازات القابلة للاشتعال والسوائل الملتهبة.

المواد المتفجرة Explosive



Explosive

تنقسم المواد المتفجرة إلى:

- غبار متفجر: كتناثر دقيق المغنيسيوم أو الكبريت في الهواء حيث يشكل مزيجاً متفجراً قوياً.
- غازات متفجرة: كالهيدروجين، الاستيلين، الأكسجين، أكاسيد النتروجين، وخاصة إذا كانت مضغوطة.
- الغازات المسالة: فالغاز عندما يكون مسالاً يكون تركيزه أكبر منه في حالته الغازية، حتى لو لم يكن مضغوطاً، وبالتالي فهو قابل للتبخر بسرعة كبيرة إذا رفع عنه الضغط أو ارتفعت درجة حرارته.

كيفية تخزين المواد المتفجرة:

يراعى عند تخزين المواد المتفجرة ما يلي:

- تخزن في أماكن مغلقة مقاومة للاهتزازات والصدمات.
- تخزن في أماكن بعيدة عن مصادر الحرارة، والشرارات الكهربائية وجيدة التهوية.
- تخزن بكميات قليلة جداً، ويتبع عند تخزينها تنفيذ التعليمات والتحذيرات المسجلة عليها.
- تخزن بعيداً عن المواد القابلة للاشتعال.
- تخزن الاسطوانات المحتوية على الغازات في وضع عمودي وتثبت بشكل جيد لتجنب وقوعها.
- عدم تخزين الاسطوانات التي تحتوي على غازات قابلة للتفاعل تلقائيا؛ كالكلور والهيدروجين.

المواد القابلة للاشتعال Flammable

أ. المواد الصلبة القابلة للاشتعال، ويراعى عند تخزينها ما يلي:

- تخزن بعيداً عن الغازات القابلة للاشتعال.
- تخزن في أماكن نظيفة وجافة.
- عدم تعبئة هذه المواد في عبوات رطبة.
- عدم إحداث أي اشتعال أو تلامس كهربائي أو التدخين بالقرب منها.

ب. المواد الصلبة ذاتية الاشتعال، ويراعى عند تخزينها ما يلي:

- تخزن في مكان نظيف وجيد التهوية ذي برودة مناسبة.
- تخزن بعيداً عن الرطوبة وأشعة الشمس المباشرة.

ج. المواد الصلبة التي تولد غازات قابلة للاشتعال عند ملامستها للماء، ويراعى عند تخزينها ما يلي:

- تخزن بعيداً عن المواد الكيميائية والسوائل الملتهبة.
- بعض هذه المواد مثل كربيد الكالسيوم يتفاعل بشدة مع الحموض، لذا يجب تخزينه بعيداً عنها.



◆ المواد المؤكسدة Oxidising



يراعى عند تخزين المواد المؤكسدة ما يلي:

- تخزن في زجاجات ملونة بعيداً عن الضوء.
- تخزن بعيداً عن المواد القابلة للاشتعال وفي مكان بارد جيد التهوية.
- تخزن بعيداً عن الحموض المركزة والمواد الغذائية.

◆ المواد المشعة Radioactive



يراعى عند تخزين المواد المشعة ما يلي:

- لا ترفع من أوعية الحفظ الخاصة بها.
- تخزن بعيداً عن المواد الغذائية وفي خزانة خاصة بها.
- تحفظ في مكان بعيد عن الحركة الدائمة للطلبة والمعلمين.

❖ **كيفية حفظ بعض الفلزات:**

أ. الفلزات القلوية؛ كالصوديوم والبوتاسيوم:

- تحفظ في زجاجات مملوءة بالكيروسين أو زيت البرافين وتحكم الإغلاق.
- توضع في مكان رطب جيد التهوية بعيداً عن أشعة الشمس المباشرة.

ب. الفسفور الأبيض:

- يحفظ في زجاجات مملوءة بالماء، وتختم أغطيتها بالشمع بعد إغلاقها.
- توضع في مكان رطب جيد التهوية، بعيداً عن أشعة الشمس والحرارة.

التعريف ببعض العناصر ومركباتها

تأتي أهمية هذا الموضوع من خلال تعريف فنيي المختبرات بأهم الصفات والخصائص التي تمتاز بها هذه المواد، لمساعدتهم عند شرائها وحفظها والعناية بها.

وسنبين عند الحديث عن كل عنصر أو مادة كيميائية سلوكها وبعض تفاعلاتها فضلاً عن الخواص الفيزيائية الخاصة بها.

المعادن القلوية:

جدول رقم (2)

اسم العنصر	الرمز	الكثافة غ/سم3	لون اللهب عند الاشتعال	الأكاسيد العادية	الوانها	هيدروكسيدات المعادن القلوية وكثافتها (غ/سم3)		ملاحظات
الليثيوم	Li	0.53	أحمر قرمزي	Li_2O	أبيض	LiOH	2.5	
الصوديوم	Na	0.97	اصفر	Na_2O	أبيض	NaOH	2.1	يعرف هيدروكسيد الصوديوم باسم الصودا الكاوية، وهو صلب أبيض اللون
البوتاسيوم	K	0.86	بنفسجي	K_2O	ابيض	KOH	2	
الروبيديوم	Rb	1.53	أحمر داكن	Rb_2O	أصفر	RbOH	3.2	
السيزيوم	Cs	1.90	أزرق	Cs_2O	برتقالي	CsOH	3.7	
الفرانسيوم	Fr	عنصر مشع، لا يوجد في الطبيعة، إلا أنه يحضر بوساطة التفاعلات النووية.						

وسنتناول هذه المعادن بالتعريف من خلال ما يلي:

- وجودها في الطبيعة: لا توجد المعادن القلوية في الطبيعة بشكل حر إطلاقا، أما الصوديوم فيوجد في الطبيعة على شكل ترسبات ملح الطعام.

- الخواص الفيزيائية للمعادن القلوية: تتميز ببريق معدني، وناقلية عالية للحرارة والتيار الكهربائي، وبقابليتها للسحب والطرق.

تفقد العناصر القلوية لمعانها عند تعرضها للهواء، بسبب تفاعلها مع الأكسجين ورطوبة الجو، لذلك يحتفظ بالصوديوم والبوتاسيوم في زيت البرافين.

- تفاعلها مع الأكسجين: تتفاعل جميع المعادن القلوية مع الأكسجين لتعطي أنواعاً من الأكاسيد، وقد ذكرنا في الجدول السابق الأكاسيد العادية وألوانها.
- تفاعلها مع الماء: تتفاعل جميع المعادن مع الماء ولكن بدرجات متفاوتة؛ إذ يتفاعل الليثيوم مع الماء ببطء، في حين يكون تفاعل الصوديوم والبوتاسيوم مع الماء عنيفاً، أما السيزيوم فإنه يحترق عند تفاعله مع الماء.
- تفاعلها مع الحموض: تتفاعل جميع المعادن القلوية وبسرعة وبشكل تام مع الحموض حتى المخففة منها، حيث ينطلق الهيدروجين ويتشكل الملح الموافق للمعدن.
- تفاعلها مع النتروجين: الليثيوم هو المعدن القلوي الوحيد الذي يتفاعل مع النتروجين الجزئي في درجات الحرارة العادية؛ حيث يتشكل نيتريد الليثيوم Li_3N. في حين يحتاج الصوديوم إلى درجات حرارة عالية ليتفاعل مع النتروجين، أما البوتاسيوم والروبيديوم والسيزيوم فلا تتفاعل مع النتروجين.
- تفاعلها مع الهالوجينات (فلور، كلور، بروم، يود، أستاتين):

تختلف شدة تفاعل المعادن القلوية مع الهالوجينات باختلاف المعدن ونوع الهالوجين، فنلاحظ أن كلاً من البوتاسيوم والروبيديوم والسيزيوم تتفاعل

بشدة مع البروم، في حين يكون تفاعل الصوديوم والليثيوم مع البروم السائل سطحياً.

- تتميز أملاح نترات المعادن القلوية بسهولة ذوبانها في الماء.
- هيدروكسيدات المعادن القلوية: مركبات عديمة اللون، جيدة الامتصاص للماء، كما أن ذائبيتها في الماء والكحول عالية. وتعد هيدروكسيدات المعادن القلوية من أقوى القواعد المعروفة؛ إذ تتأين في الماء بدرجة تفوق فيها كل هيدروكسيدات المعادن الأخرى. كما وتعد هيدروكسيدات المعادن القلوية مواد حارقة، لذا يجب غسل مكان سقوطها على الجلد مباشرة بالماء.
- ذوبان المعادن القلوية في الأمونيا السائلة:

تذوب جميع المعادن القلوية في الأمونيا السائلة لتشكل محاليل زرقاء فاتحة اللون في البداية، ومع إضافة المعدن يتحول لون المحلول إلى اللون الأزرق الداكن، ومع استمرار إضافة المعدن يصبح اللون برونزيا عند تركيز معين.

المعادن القلوية الترابية

جدول رقم (3)

اسم العنصر	الرمز	الكثافة غ/سم^3	الأكاسيد العادية	ألوانها	هيدروكسيدات المعادن القلوية	ألوانها/ حالتها
البيريليوم	Bc	1.85	BeO	أبيض	$Be(OH)_2$	أبيض/ صلب
المغنيسيوم	Mg	1.755	MgO	أبيض	$Mg(OH)_2$	أبيض/ صلب
الكالسيوم	Ca	1.55	CaO	أبيض	$Ca(OH)_2$	أبيض/ صلب
السترونسيوم	Sr	2.60	SrO	رمادي	$Sr(OH)_2$	أبيض/ صلب
الباريوم	Ba	3.5	BaO	أبيض	$Ba(OH)_2$	ابيض/ صلب
الراديوم	Ra	5	عنصر مشع يوجد في خامات اليورانيوم			

- وجودها في الطبيعة:

- البريليوم: يوجد بنسب ضئيلة في القشرة الأرضية، ومن أهم خاماته البريل $(Be_3Al_2(SiO_3)_6)$.
- المغنيسيوم: واسع الانتشار في القشرة الأرضية، كما يوجد في مياه البحار على شكل $MgSO_4$, $MgCl_2$.
- الكالسيوم: من أكثر العناصر انتشاراً في القشرة الأرضية، ومن أهم خاماته السيليكات، والكربونات $(CaCO_3)$ وغيرها.
- السترونسيوم والباريوم: تعد الكربونات $(SrCO_3)$ والكبريتات $(BaSO_4)$ من أهم خامات السترونسيوم والباريوم.
- الراديوم: عنصر مشع يوجد في خامات اليورانيوم.

- الخواص الفيزيائية للمعادن القلوية الترابية: تشبه المعادن القلوية الترابية في صفاتها الفيزيائية المعادن القلوية؛ فهي تتميز ببريق معدني، وناقليتها للحرارة والكهرباء عالية.
- تفاعلها مع الأكسجين: تتفاعل جميع المعادن القلوية الترابية مع الأكسجين لتعطي أنواعاً عدة من الأكاسيد، وقد ذكرنا في الجدول السابق الأكاسيد العادية وألوانها.
- تفاعلها مع الماء: يتفاعل كل من الكالسيوم والسترونسيوم والباريوم بسرعة كبيرة مع الماء في الظروف العادية، في حين أن الباريوم لا يتفاعل مع الماء حتى في درجات الحرارة العالية. أما المغنيسيوم والبيريليوم فيكون تفاعلهما محدوداً جداً في الظروف العادية، إلا أن بخار الماء يتفاعل بشدة مع المغنيسيوم في درجة حرارة عالية.

- تفاعلها مع الحموض: تتفاعل جميع المعادن القلوية الترابية بسرعة وبشكل تام مع الحموض حتى المخففة منها، مشكلة الملح الموافق للمعدن، ومطلقة الهيدروجين.
- تفاعلها مع النتروجين: إذا توافرت درجات حرارة متوسطة فإن المعادن القلوية الترابية تشكل مع النتروجين مركبات صيغتها العامة $\overline{M}_3N_2$ (حيث $\overline{M}$: رمز المعدن القلوي الترابي) تتفاعل بسهولة مع الماء، وتشكل هيدروكسيد المعدن وغاز النشادر.
- تفاعلها مع الهالوجينات (I,Br,Cl,F): تتفاعل المعادن القلوية الترابية مع الهاليوجينات فتشكل أملاحاً.
- مركبات المعادن القلوية الترابية مع الكربون: تتفاعل المركبات الكربونية للمعادن القلوية الترابية مع الماء فينتج هيدروكسيد المعدن ومركب هيدروكربون، في حين أن كربونات المعادن القلوية الترابية ضعيفة الذوبان في الماء.

$$Mg_2C_3 + 4H_2O \longrightarrow C_3H_4 + 2Mg(OH)_2$$
$$Be_2C + 4H_2O \longrightarrow CH_4 + 2Be(OH)_2$$

وتتميز المركبات الكربونية للمعادن القلوية الترابية بعدم توصيلها للكهرباء، كما أنها بلورية الشكل لا لون لها، وذلك في درجات الحرارة العادية.

- أملاح النترات للمعادن القلوية الترابية: تتميز بسهولة ذوبانها في الماء.
- تتفاعل أكاسيد المعادن القلوية الترابية مع الماء بشدة فتتشكل هيدروكسيدات هذه المعادن ذات اللون الأبيض، كما أنها صلبة وقليلة الذوبان في الماء.

- ذوبانها في الأمونيا السائلة: تسلك المعادن القلوية الترابية نفس سلوك المعادن القلوية عند ذوبانها في الأمونيا السائلة.

عناصر ومركبات متفرقة:

- **الهيدروجين H:**

غاز عديم اللون والرائحة والطعم، ليس ساماً وهو ضعيف الذوبان في الماء، له قدرة كبيرة على توصيل الحرارة، يمتاز بسرعة انتشاره، ونقطة انصهاره (−259)° س، ونقطة غليانه (−252)° س.

- **الألومنيوم Al:**

معدن ذو لون (أبيض فضي)، خفيف، كثافته 2.7 غ/ سم^3، ونقطة انصهاره 660° س، ونقطة غليانه 2450° س، سهل التصفيح، موصل جيد للكهرباء. ويعد الألومنيوم عنصراً مختزلاً قوياً، ويحترق مسحوق الألومنيوم في الهواء بشدة.

- أكسيد الألومنيوم Al_2O_3:

ينتج من احتراق مسحوق الألومنيوم مع الأكسجين، أبيض اللون، مقاوم للحرارة، ينصهر في درجة 2000° س، لا يذوب في الماء، ويتمتع بقساوة عالية جداً.

- هيدروكسيد الألومنيوم $Al(OH)_3$:

يكون على شكل راسب جيلاتين، ضعيف الذوبان في الماء، ويتفاعل مع الحموض والقواعد القوية، ذو صفة مذبذبة بين الحمض والقاعدة، إلا أن صفته القاعدية أكثر وضوحاً من صفته الحمضية.

- كبريتات الألومنيوم $Al_2(SO_4)_3$:

يكون على شكل بلورات، ويذوب في الماء ويعطي محلولاً ذا صفة حمضية.

- هاليدات الألومنيوم (AlI_3, $AlBr_3$, $AlCl_3$, AlF_3)

يتم تحضر هاليدات الألومنيوم بتفاعل الألومنيوم مع الهالوجينات بوجود الحرارة.

باستثناء فلوريد الألومنيوم فإن هاليدات الألومنيوم سهلة الذوبان في الماء، ودرجات انصهارها وغليانها منخفضة نسبياً، في حين أن فلوريد الألومنيوم لا يذوب في الماء، ودرجتا غليانه وانصهاره مرتفعتان.

- كربيد الألومنيوم Al_4C_3:

جسم صلب بلوري، ذو لون أصفر، وسريع الذوبان في الماء.

- الكربون C:

يعد الكربون العنصر الثاني بعد الأكسجين في تركيب الجسم البشري (16.5٪)، ويدخل أيضاً في تركيب الأنسجة النباتية والحيوانية، وفي تركيب الفحم الحجري والفحم الطري، ويوجد على شكل مركبات في البترول والغاز الطبيعي.

وللكربون الحر في الطبيعة شكلان بلوريان هما: الماس والغرافيت، كما أن عدد مركبات الكربون المعروفة يزيد على (250000) مركب.

- الماس:

يمتاز الماس بقساوة عالية؛ إذ يعد أقسى مادة موجودة على الإطلاق، إلا أنه سهل الانكسار، ويستعمل في الصناعة لقطع المعادن والحجارة الصلبة، ويستخدم مسحوق الماس لحك السطوح.

- الغرافيت:

يعد الغرافيت أكثر ثباتاً من الماس في الظروف الطبيعية، كما أنه جيد التوصيل للحرارة والكهرباء، يستعمل في صناعة البطاريات وأقطاب أوعية التحليل الكهربائي، وفي المفاعلات النووية لقدرته على تخفيض سرعة النيوترونات.

- أول أكسيد الكربون CO:

يوجد في الظروف الطبيعية على شكل غاز عديم اللون والرائحة، كتلته النوعية 1.25غ/ ليتر، وكثافته مقارنة بالهواء تساوي 0.967غ/ سم^3، قليل الذوبان في الماء، لا يتفاعل مع الماء أو الحموض أو القواعد. وهو غاز سام جداً؛ لأنه يتحد مع هيموغلوبين الدم ويشكل مركباً معقداً يمنع الدم من التفاعل مع الأكسجين.

- ثاني أكسيد الكربون CO_2:

غاز عديم اللون، طعمه حمضي خفيف، قليل الذوبان في الماء، غير سام إلا إذا وجد بنسبة عالية جداً، يتحول إلى سائل تحت ضغط 60 جوي وفي درجة الحرارة العادية. يستخدم بصورته السائلة في أجهزة الإطفاء لعدم قابليته للاحتراق.

أملاح الكربون وتتميز بما يلي:

- أملاح الكربونات قليلة الذوبان في الماء باستثناء كربونات الصوديوم والبوتاسيوم والأمونيوم، كما أن أملاح الكربونات القلوية تذوب في الماء مشكلة محاليل قاعدية.

- تتفكك أملاح الكربونات عند تسخينها مؤدية إلى انطلاق غاز الكربون وتكوين أكسيد المعدن المرافق باستثناء كربونات الصوديوم وكربونات البوتاسيوم التي تنصهر بدون تفكك.

$$CaCO_3 \rightleftarrows CaO + CO_2$$

- تتأثر أملاح الكربونات بالحموض القوية مطلقة غاز CO_2:

$$Na_2CO_3 + 2HCl \rightleftarrows 2NaCl + H_2O + CO_2$$

- تذوب أملاح الكربونات الحمضية في الماء أكثر من ذوبان الأملاح المعتدلة، وتكون لمحاليل هذه الأملاح خاصية قاعدية. ،

- سيانيد الهيدروجين HCN

سائل سام جداً، عديم اللون، سهل التطاير، ذو رائحة خاصة، ينصهر عند درجة $^{-}13$°س، ويغلي في درجة 26°س، ويذوب في الماء، محاليله ذات خواص حمضية ضعيفة.

- رابع كلوريد الكربون CCl_4:

يعد أهم المركبات الهالوجينية للكربون، وهو غير قابل للاشتعال. ويستخدم في إطفاء الحرائق، وكمخدر في الطب، كما ويمكن استخدامه كمادة منظفة.

ويكون في الظروف الطبيعية سائلاً عديم اللون، ذا رائحة خاصة، وقليل الذوبان في الماء، ولا يتفاعل مع الحموض أو القواعد.

- السليكون **Si**

شكله بلوري ذو لون رمادي غامق، أما مسحوق السليكون فلونه رمادي بني يمتاز في الحالة الصلبة (البلورية): بقساوته العالية، إلا أنه سهل الانكسار، لا يذوب في الحموض بما في ذلك حمض فلوريد الهيدروجين، كما أنه لا يتفاعل مع الأكسجين أو الهيدروجين إلا تحت درجات حرارة عالية.

أمام مسحوق السليكون: فيذوب بسهولة في حمض فلوريد الهيدروجين، ويتفاعل مع الأكسجين والهالوجينات في درجات حرارة منخفضة نسبياً.

- القصدير **Sn**

تعرف للقصدير حالتان بلوريتان هما:

- الحالة (α): يكون القصدير فيها صلباً رمادي اللون.
- الحالة (ß): يكون القصدير فيها طرياً، (أبيض – فضي) اللون، موصلاً جيداً للتيار الكهربائي، ويصنع منه في هذه الحالة صفائح رقيقة تدعى ورق القصدير.

- الرصاص **pb**:

يعد الرصاص معدناً ليناً، قابلاً للسحب والطرق، ولونه أبيض مائل إلى الرمادي، يفقد لمعانه عند تعرضه للهواء نتيجة تكون طبقة من أكسيد الرصاص عليه.

يستخدم الرصاص في صناعة البطاريات وفي معامل حمض الكبريت، كما يستخدم كعازل للأشعة السينية، وفي صناعة الذخيرة.

- **النتروجين N:**

غاز عديم اللون والطعم والرائحة، لا يشتعل ولا يساعد على الاشتعال، يتحول إلى سائل بالضغط والتبريد، وهو قليل الذوبان في الماء، تبلغ نسبته في الهواء العادي 78.03٪ بالحجم. يمكن تحضيره مخبرياً بطرق عدة نذكر منها:

- تسخين محلول مركز من نيتريت الأمونيوم إلى درجة 70°س:

$$NH_4NO_2 \xrightarrow{\Delta} 2H_2O+N_2$$

- **حمض النتروجين (V)** (حمض النيتريك) HNO_3:

يكون حمض النتروجين (V) في حالته النقية سائلا عديم اللون، كثافته **1.522**غ/ سم^3 **ينصهر عند درجة** $^-41.6$°س، ودرجة غليانه 84°س.

أ. سلوكه كحمض: يعد من أقوى الحموض المعروفة من حيث قدرته على التأين في الماء.

يتفاعل مع الأكاسيد القاعدية والهيدروكسيدات وأملاح الكربونات، ويعطي الأملاح الموافقة لها.

مثال:

$$ZnO + 2HNO_3 \longrightarrow Zn(NO_3)_2 + H_2O$$

ب. سلوكه كعامل مؤكسد: يحول الكبريت مثلاً إلى حمض الكبريتيك، والكربون إلى ثاني أكسيد الكربون.

$$S + 2HNO_3 \longrightarrow H_2SO_4 + 2NO$$

$$C + 4HNO_3 \longrightarrow CO_2 + 4NO_2 + 2H_2O$$

ويؤكسد جميع المعادن باستثناء الذهب والبلاتين والايريديوم والروديوم والنيوبيوم والتنتالوم.

- الأمونيا (النشادر) NH_3:

غاز عديم اللون، رائحته قوية منبهة ومسيلة للدموع، وطعمه حاد، لا يشتعل في الهواء، تبلغ كثافته في الظروف العادية 0.568غ/ سم^3، درجة انصهاره (-77.8°س)، ودرجة غليانه (-33.4°س). يمكن تحويله إلى سائل تحت ضغط 8.6 جو عند 20°س، ويعد أكثر الغازات ذوباناً في الماء، إلا أن ذوبانه في الماء يتناقص بارتفاع درجة الحرارة، وهذا يساعد على تحرير غاز الأمونيا من محاليله بالتسخين.

كما ويذوب الأمونيا في الكحول، والأسيتون، والكلوروفورم، والبنزين.

- الهيدرازين N_2H_4:

سائل عديم اللون، يتجمد عند درجة 2°س، ودرجة غليانه 113.2°س وكثافته 1.01غ/سم^3، قابل للذوبان في الماء، ويشتعل في الهواء.

- الفسفور P:

وله أشكال ثلاثة وهي:

أ. الفسفور الأبيض:

لين في درجة الحرارة العادية، تبلغ كثافته 1.83غ/ سم^3، ودرجة انصهاره 44.1°س، ودرجة غليانه 280°س، يشتعل تلقائياً في الهواء، ولا يذوب في الماء لذلك يحفظ في الماء لعزله عن الأكسجين.

يذوب الفسفور الأبيض في ثاني كبريتيد الكربون والبنزين والايثر. وهو سام جدا حيث يؤدي استهلاك 0.1 غم منه إلى الموت.

ب. الفسفور الأحمر:

ينتج الفسفور الأحمر من الفسفور الأبيض نتيجة تخزينه؛ إذ يتحول ببطئ إلى الفسفور الأحمر، ولتسريع هذا التحول يسخن الفسفور الأبيض أو يعرض

للضوء. يكون الفسفور الأحمر على شكل بلورات، ولا يشتعل إلا تحت درجة حرارة أعلى من 240°س، وهو غير سام، ولا يذوب في أي من المذيبات.

ج. الفسفور الأسود:

يحضر بتسخين الفسفور الأبيض في درجة 200°س وتحت ضغط 12000 جوي. أو بتسخين الفسفور الأبيض في درجة 380°س لمدة طويلة وباستخدام الزئبق كمحفز. ويكون على شكل بلورات.

- الزرنيخ **As**:

سام جداً إذا استهلك بكميات كبيرة. ومن أشكاله:

1. **الزرنيخ المعدني**: وهو بلوري الشكل، رمادي اللون، لين، هش، له بريق، ثابت، جيد التوصيل للكهرباء، كثافته 5.72 غ/ سم^3.
2. **الزرنيخ الأصفر**: ينتج من تكثيف أبخرة الزرنيخ الرمادي بسرعة، وهو بلوري الشكل، لين، ذو لون أصفر، تبلغ كثافته 1.97غ/ سم^3، يذوب في ثاني كبريتيد الكربون.
3. الزرنيخ البني: صلب، كثافته 3.9 غ/ سم^3.
4. الزرنيخ الأسود: شفاف، كثافته (4.7 ← 5.1) غ/ سم^3.

- الأكسجين **O**:

غاز عديم اللون والرائحة والطعم، قليل الذوبان في الماء، درجة انصهاره (-218.9°س)، ودرجة غليانه (-183°س). يعد من أكثر العناصر وفرة، حيث يشكل 21٪ من الغلاف الجوي.

يكون لونه في الحالة السائلة أزرق، وغير موصل للكهرباء. أما في الحالة الصلبة فلونه أزرق فاتح.

يحضر الأكسجين مخبريا بطرق عدة نذكر منها طريقة واحدة هي:

- التحليل الكهربائي للماء، وذلك باستخدام جهاز هوفمان.

$$2H_2O \longrightarrow 2H_2 + O_2$$

- فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2

فوق أكسيد الهيدروجين النقي سائل ذو لون أزرق فاتح، درجة تجمده (-0.9°س)، ودرجة غليانه (152.1°س) تستعمل محاليله في الطب لتعقيم الجروح.

- الكبريت S:

وهو صلب، ذو لون أصفر، غير موصل للحرارة والكهرباء، بخاره سام، ودرجة غليانه (444.6°س).

يحترق الكبريت في الهواء بلهب أزرق، وإذا مزج بمركبات غنية بالأكسجين فيحصل انفجار، لا يتفاعل مع الماء في درجات الحرارة المنخفضة.

- كبريتيد الهيدروجين H_2S:

غاز عديم اللون، سام جداً، كريه الرائحة، قليل الذوبان في الماء الساخن، يذوب في الماء البارد لينتج محلولا حمضيا.

- حمض الكبريتيك H_2SO_4:

يكون في درجة الحرارة العادية سائلاً زيتياً، عديم اللون، كثافة 1.84 غ/ سم^3 عند تركيز 98.3٪، ودرجة غليانه 338°س، ودرجة تجمده 10.36°س، جيد الذوبان في الماء، ويرافق هذا الذوبان إنتاج كمية كبيرة من الحرارة.

يعد حمض الكبريتيك حمضاً قوياً، وعاملاً مؤكسداً، وشديد العشق للماء.

- الفلور **F**:

غاز أصفر ضارب للخضرة، يعد أشد الهالوجينات خطرا، إذ قد يتسبب في الموت. كثافته 1.505غ/ سم^3، ونقطة انصهاره (-219.5°س)، ونقطة غليانه (-188°س). لا يوجد حراً في الطبيعة، بل على شكل أملاح من أهمها ثنائي فلوريد الكالسيوم.

- الكلور **Cl**:

غاز ذو لون أصفر مخضر، من أنشط الهالوجينات، له رائحة حادة ونفاذة وخانقة. وهو سام؛ قد يؤدي إلى الوفاة إن كان مركزاً. تبلغ كثافته **1.56غ/ سم^3**، ودرجة انصهاره -103°س، ودرجة غليانه -34.7°س. لا يوجد **حراً في الطبيعية بل على شكل كلوريد الصوديوم في مياه البحار.**

- البروم **Br**:

يشبه الزئبق في أنه يوجد سائلاً في درجات الحرارة العادية، يشبه الهالوجينات الأخرى في أن أبخرته سامة، إذا أسقط على الجلد في حالته السائلة فإنه يحرقه.

تبلغ كثافته 3.12 غ/ سم^3، ودرجة انصهاره (-7.2°س)، ودرجة غليانه 58.7°س.

- اليود **I**:

أحد الهالوجينيات. تبلغ كثافته 4.94 غ/ سم^3، ودرجة انصهاره 113.7°س، ودرجة غليانه 184.5°س. يستخلص من النباتات البحرية، وله استخداماتك كثيرة.

- الكروم Cr:

معدن أبيض اللون، قاس ولكنه قابل للانكسار، لا يتأثر بالماء ولا بالهواء في درجات الحرارة العادية، حيث يتميز بخمول كيميائي واضح، لكنه يفقد بريقه بالتسخين.

- المنغنيز Mn:

معدن أبيض اللون، له بريق فضي إذا كان نقياً، يصبح رمادي اللون عند مزجه بالحديد والكربون، شديد الشبه بالحديد في مظهره الخارجي، وشديد التفاعل مع الحموض.

- أكسيد المنغنيز MnO:

يكون على شكل مسحوق أخضر، لا يذوب في الماء، لكنه شديد الذوبان في الحموض ليشكل أملاح المنغنيز (II).

- هيدروكسيد المنغنيز $Mn(OH)_2$

إذا أضيفت هيدروكسيدات المعادن القلوية إلى محاليل أملاح Mn^{2+} في جو خال من الأكسجين فإن هيدروكسيد المنغنيز يترسب على شكل مادة بيضاء اللون. يتميز هيدروكسيد المنغنيز بأنه سريع التأكسد في الهواء، حيث يتحول إلى $Mn(OH)_3$ البني اللون، ثم إلى $Mn(OH)_4$ ذي اللون الأسود، وهو قليل الذوبان في الماء، لكنه يذوب في الحموض حيث يتميز بصفة قاعدية.

- أملاح المنغنير (II):

تنتج من تفاعل الحموض مع: $Mn(OH)_2$, MnO_2, MnO, Mn^{2+}

مثال:

$$Mn + H_2SO_4 \longrightarrow MnSO_4 + H_2$$

تذوب معظم أملاح المنغنيز (II) في الماء، وتكون محاليلها وردية اللون، إذا كانت مركزة.

- ثاني أكسيد المنغنيز MnO_2:

يكون على شكل مسحوق أسود اللون، قليل الذوبان في الماء، ولا يتفاعل مع الحموض إلا بالتسخين، ويعد MnO_2 عاملاً مؤكسدا في الوسط الحمضي.

- الحديد **Fe**:

الحديد النقي رمادي اللون، له بريق معدني، متوسط القساوة، وتعد المغناطيسية من أهم خواصه الفيزيائية.

يتفاعل الحديد مع الحموض المخففة محرراً الهيدروجين، إلا أنه لا يتفاعل مع الحموض المؤكسدة والمركزة مثل HNO_3، ولا يتأثر بالماء أو بالمحاليل القلوية المخففة إذا كان الجو خالياً من الهواء، لكنه يتفاعل مع هيدروكسيد الصوديوم المركز والساخن.

- أكسيد الحديد (II) FeO:

ذو لون أسود، كثافته 5.9 غ/ سم^3، يتأثر بأكسجين الهواء ويتحول تلقائياً إلى Fe_2O_3. يتميز FeO بخواص قاعدية، ولا يذوب في الماء ولا في القلويات لكنه يذوب في الحموض مشكلاً أملاح الحديد (II).

- أكسيد الحديد (III) Fe_2O_3:

ذو لون أسود، كثافته 5.2غ/ سم^3، وله خواص قاعدية؛ حيث يذوب في الحموض مشكلاً أملاح الحديد (III)، كما يتميز بخواص حمضية ضعيفة.

- كبريتيد الحديد FeS

صلب أسود اللون، لا يذوب في الماء لكنه يذوب في الحموض المخففة منتجاً كبريتيد الهيدروجين.

- كلوريد الحديد (II) $FeCl_2$:

أبيض اللون، يمتاز بامتصاصه للرطوبة، ويذوب في الماء والكحول.

- بروميد الحديد $FeBr_2$(II):

ذو لون أصفر، يمتاز بامتصاصه للرطوبة، وذوبانه في الماء والكحول.

- كبريتات الحديد $Fe_2(SO_4)_3$

يكون في حالته اللامائية بشكل مسحوق أبيض اللون.

- الكوبالت **Co**:

معدن لامع، رمادي اللون ضارب إلى الزرقة، أقسى من الحديد، وله خاصية مغناطيسية كالحديد.

لا يتأثر الكوبالت في الحالة المتراصة بالماء أو بالهواء في درجة الحرارة العادية، في حين أنه يتفاعل معهما بشدة إذا كان مسحوقاً.

يذب الكوبالت ببطء في الحموض المخففة، ولا يذوب في الحموض المؤكسدة والمركزة.

من أهم مركباته مع الكبريت CoS، أما أهم مركباته الهالوجينية فهو $CoCl_2$ الذي يتميز بقدرة كبيرة على امتصاص الرطوبة.

- النيكل **Ni**:

فضي اللون في حالته المعدنية النقية، وينجذب بالمغناطيس أقل من الحديد، قابل للطرق والسحب، وموصل جيد للكهرباء والحرارة.

لا يتفاعل في درجات الحرارة العادية مع الماء والهواء. ويذوب بسهولة في الحموض المعدنية، لكنه لا يتفاعل مع حمض HNO_3 المركز.

من أهم مركبات النيكل:

- NiO: صلب أخضر اللون، قاعدي، لا يذوب في الماء أو القلويات ويذوب في الحموض.
- Ni_2O_3: مركب أسود اللون، وعامل مؤكسد قوي، يذوب في حمض HCl محرراً الكلور، ويتفاعل مع الحموض الأكسجينية محرراً O_2.

- البلاتين **Pt**:

يمتاز ببريق معدني (أبيض – فضي)، كثافته 21.4 غ/ سم^3. لا يتأثر البلاتين بالحموض، إلا أنه يذوب في الماء الملكي.

- الفضة **Ag**:

معدن أبيض اللون، شديد اللمعان، ألين من النحاس وأكثر صلابة من الذهب، له ناقلية عالية للكهرباء والحرارة، كثافته 10.5 غ/ سم^3، لا يتأثر بالهواء، ولا يتفاعل مع الأكسجين، يذوب في الحموض المؤكسدة والمركزة مثل: H_2SO_4، HNO_3 المركز والساخن، ولا يتأثر بالقواعد حتى القوية منها.

- الذهب **Au**:

معدن أصفر اللون ذو بريق، متوسط الليونة، ناقليته عالية للكهرباء والحرارة إلا أنها أقل من ناقلية النحاس والفضة، كثافته مرتفعة (19.3 غ/ سم^3). وهو أكثر المعادن على الإطلاق قابلية للحسب والطرق، لا يتأثر بالهواء ولا يتفاعل مع الأكسجين، ولا يذوب إلا في الأوساط المؤكسدة القوية جداً مثل: محلول HCl، أو الماء الملكي.

- النحاس **Cu**:

أحمر اللون في حالته الحرة والنقية، ليناً، قابلاً للطرق والسحب، يتميز بناقلية عالية للكهرباء والحرارة، له مقاومة عالية للكسر، كثافته 8.96 غ/ سم^3، يتأثر النحاس بالرطوبة مشكلاً طبقة من كربونات النحاس القاعدة، كما يتفاعل مع الأكسجين بالتسخين، يذوب في الحموض المؤكسدة والمركزة، ولا يتأثر بالقوعد حتى القوية منها.

- كبريتات النحاس $CuSO_4(II)$:

مسحوق أبيض اللون في حالته اللامائية، كثافته 3.64غ/ سم^3، شديد الميل لامتصاص الرطوبة؛ إذ يتحول إلى اللون الأزرق وتصبح صيغته $CuSO_4.5H_2O$ حيث يذوب بشكل جيد في الماء.

- أكاسيد النحاس CuO, Cu_2O:

- Cu_2O: مسحوق أحمر اللون، لا يذوب في الماء، سهل الذوبان في محلول الأمونيا وفي محاليل الحموض الهالوجينية المركزة وفي محاليل الحموض الأكسجينية المخففة.
- CuO: يكون على شكل بلورات سوداء، يتصف بسلوكه القاعدي حيث يتفاعل مع معظم الحموض مشكلاً أملاح النحاس (II).

- هاليدات النحاس:

- $CuCl$: أبيض اللون، لا يذوب في الماء، ويذوب في حمض HCl والأمونيا ويتحول بفعل الهواء والرطوبة إلى اللون الأخضر.
- $CuI, CuBr$: يشابهان $CuCl$ في سلوكهما وفي اللون.
- $CuCl_2$: بني اللون، يتبلور من محاليله المائية في درجة حرارة 26° س، و 42°س، على شكل إبر زرقاء اللون تتحول إلى اللون الأخضر الداكن بفعل الرطوبة، وهو جيد الذوبان في الماء.

- الزنك **Zn**:

يوجد في الطبيعة على شكل كبريتيد الزنك ZnS وكربونات الزنك $ZnCO_3$. يكون في حالته الحرة ذا لون أبيض يميل إلى الزرقة، ويكون هشا نسبياً، لا يقبل الطرق أو السحب في درجات الحرارة الطبيعية، إلا أنه يصبح ليناً في درجة حرارة 100°س ← 150°س، كثافته 7.14 غ/ سم^3. لا يتفاعل مع الهواء أو الأكسجين في درجات الحرارة العادية إلا أنه قابل للحرق حيث يتشكل ZnO، ويتفاعل الزنك مع الحموض غير المؤكسدة.

- الزئبق **Hg**:

يكون في حالته الحرة ذا لون أبيض يميل إلى الفضي. يمتاز بأن تطايره ضعيف، وأبخرته سامة جدا، ينصح بعدم التعرض للزئبق السائل لفترات طويلة. كما يمتاز بالخمول تجاه التأكسد بالهواء، كثافته عالية (13.6 غ/ سم^3)، وتمدده منتظم بازدياد درجة الحرارة. يعد الزئبق من المعادن النبيلة، ويتفاعل مع الأكسجين ببطء مشكلا HgO، ولا يتأثر بالحموض غير المؤكسدة.

- أكسيد الزئبق HgO(II)

له شكلان أحدهما أحمر اللون، والآخر ذو لون اصفر يمتاز بأن ذوبانه أقل من الأحمر.

- اليورانيوم **U**:

يكون في الحالة المعدنية النقية والمتراصة معدنا (أبيض – فضي) اللون يميل على الزرقة، قابل للطرق والسحب، كثافته 19.07 غ/ سم^3، ودرجة انصهاره 1132°س، ودرجة غليانه 3818°س. يتفاعل مع العديد من العناصر والمركبات، وله أهمية خاصة حيث يستخدم كوقود نووي.

الفصل الثاني

أجهزة من مختبر الكيمياء

- موقد لهب بنسن
- جهاز تقطير الماء
- جهاز توليد الغازات وجمعها
- جهاز تحليل الماء

تقديم

سنستعرض في هذا الفصل من الكتاب بعض الأجهزة والأدوات المستخدمة في مختبر الكيمياء؛ بهدف تعريف فنيي المختبرات على تركيبها وكيفية استخدامها بالشكل الصحيح، حتى تتحقق الفائدة المرجوة منها، فضلاً عن تعريفهم احتياطات الأمن والسلامة في التعامل مع هذه الأجهزة.

موقد لهب بنسن Bunsen Burner



لموقد بنسن أشكال عدة، تشترك جميعها في معظم الأجزاء تقريباً.

تركيب موقد بنسن:

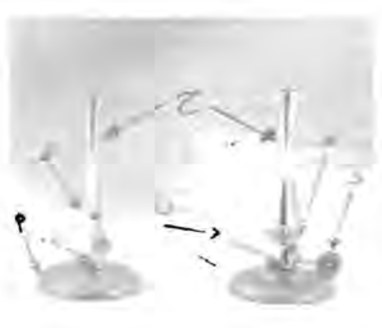
يتركب موقد بنسن من الأجزاء الرئيسة الآتية:

أ. قاعدة المصباح: الجزء الذي يرتكز عليه المصباح.

ب. أنبوب إدخال الغاز: الجزء الذي يتصل بأنبوب الغاز القادم من الاسطوانة أو من محبس الغاز المثبت على المنضدة.

ج. الأنبوب الاسطواني.





د. مفتاح الغاز: لا تحتوي كثير من مواقد بنسن على مثل هذا المفتاح، حيث تعتمد على منظم الغاز المتصل بالاسطوانة أو على محبس الغاز المثبت على المنضدة، أما المواقد التي تكون

مزودة بمثل هذا المفتاح، فإنه يثبت إما على أنبوب إدخال الغاز أو فوق القاعدة وتحت الأنبوب الأسطواني.

هـ. صمام الهواء: ويتحكم في كمية الهواء الداخلة إلى الأنبوب الاسطواني مما يساعد على الاحتراق الكامل للغاز، لذلك يجب التحكم في هذا الصمام عند إشعال الموقد حتى يصبح لون اللهب أزرقاً غير مضيء، مما يدل على الاحتراق الكامل للغاز وبشكل فعال.

طريقة إشعال موقد بنسن:

أ. صل موقد بنسن بمصدر الغاز، وتأكد من صلاحية الأنبوبة المطاطي وطريقة تركيبه حتى لا يتسرب الغاز منه.

ب. أغلق صمامي الغاز والهواء، ثم افتح محبس الغاز الرئيس المثبت على الطاولة أو منظم الغاز المتصل بالاسطوانة.

ج. أشعل عود الثقاب وقربة من فوهة أنبوب الاحتراق الاسطواني، ثم افتح صمام الغاز (المثبت على موقد بنسن) ببطء حتى يبدأ احتراق الغاز.

د. افتح صمام الهواء ببطء حتى يتحول لون اللهب إلى اللون الأزرق غير المضيء، (اللهب الأصفر المضيء يدل على أن عملية الاحتراق غير كاملة، وهذا يستدعي تحريك صمام الهواء حتى يتحول لون اللهب إلى الأزرق غير المضيء).

جهاز تقطير الماء Water Still

يوجد أنواع وأشكال عدة لجهاز التقطير، يمكننا أن نجملها في نوعين رئيسين هما:



أ. جهاز التقطير الزجاجي.

ب. جهاز التّقطير المعدني.

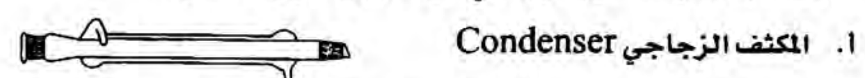
جهاز التقطير الزجاجي البسيط:

من أقل الأجهزة المستخدمة كلفة، إذ يستخدم كمية قليلة نسبياً من الماء لتبريد أنبوب التكثيف، كما أن طريقة استخدامه أسهل وأسرع من طريقة استخدام جهاز التقطير المعدني، فضلاً عن عدم حاجته إلى الكهرباء، فهو يعمل على الحرارة، مما يجعل إمكانية استخدامه في المناطق النائية أكثر جدوى.

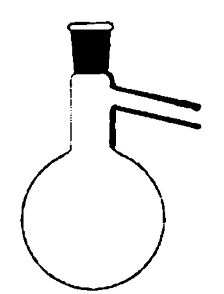
تركيب جهاز التقطير الزجاجي البسيط:

يتركب جهاز التقطير الزجاجي من الأجهزة الرئيسة الآتية:

1. المكثف الزجاجي Condenser



يعمل على تكثيف بخار الماء المار به؛ إذ يمتلئ بالماء البارد باستمرار مما يعمل بدوره على تبريد الأنبوب المحتوي على البخار، ويكون لهذا المكثف فتحتان على جانبي جداره؛ الأولى من الجانب العلوي، أما الثانية فمن الجانب السفلي.



ب. دورق التقطير Distillation Flask

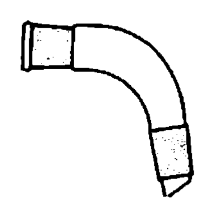
دورق كروي الشكل مصنوع من الزجاج المقاوم للحرارة، تتصل به أنبوبة اسطوانية طويلة، مفتوحة الطرفين تتصل مع المكثف الزجاجي.

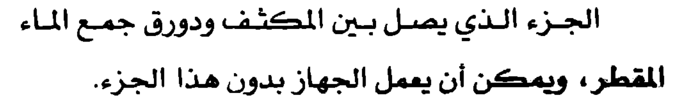
ج. الأنابيب البلاستيكية Plastic Tubes.

د. ميزان حرارة مئوي: Thermometer.

هـ. سدادات مطاطية: Stoppers.

و. وصلة المكثف Condenser Adaptor





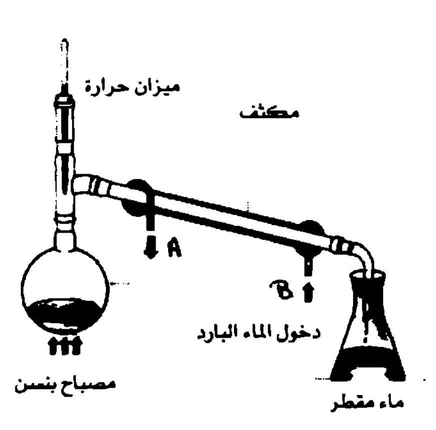
الجزء الذي يصل بين المكثف ودورق جمع الماء المقطر، ويمكن أن يعمل الجهاز بدون هذا الجزء.

ز. دورق لجمع الماء المقطر: Beaker.

ح. مصدر حراري: يمكن استخدام موقد لهب بنسن أو مصدر حراري كهربائي.



كيفية عمل الجهاز:



- ركب الجهاز كما هو موضح في الشكل.
- املأ دورق التقطير بالماء الجاري "من ماء الصنبور في المختبر".
- ضع ميزان الحرارة، "كما هو موضح في الشكل"، فوق مستوى الماء، بحيث يبقى في منطقة البخار.

- صل الأنبوب القادم من صنبور الماء بفتحة المكثف السفلي (B).
- صل أنبوباً بلاستيكياً آخر بفتح المكثف العليا (A)، وضع الطرف الآخر للأنبوب في حوض المغسلة، ليتم التخلص من ماء التبريد بعد تبريد أنبوب المكثف.
- أشعل اللهب تحت دورق التقطير، وعندما يبدأ الماء بالغليان والتبخر، افتح صنبور الماء لتبدأ عملية تكثيف البخار المار عبر أنبوب المكثف.

جهاز التقطير المعدني:



من عيوب هذا الجهاز حاجته إلى كميات كبيرة من الماء الجاري لتبريد أنبوب التكثيف، مما يجعل استخدامه صعباً في مدارسنا، لشح المياه وخاصة في فصل الصيف، فيصبح شراء ماء مقطر جاهز أوفر وأرخص من تقطير المياه باستخدام هذا الجهاز.

تركيب جهاز التقطير المعدني:

يتركب جهاز التقطير المعدني من الأجزاء الآتية:

أ. عمودا التسخين: ويتصلان من الداخل بسخان حراري (Heater)، ومن الخارج بمدخل للتيار الكهربائي لتزويد الجهاز بالتيار اللازم.

ب. مخرج ماء التبريد: للتخلص من الماء البارد بعد مروره على أنبوبه التكثيف.

ج. الأنبوبة الاسطوانية: وهي أنبوبة معدنية اسطوانية الشكل تحيط بأنبوبة التكثيف.

د. صنبور مدخل الماء: يتم وصل هذا الصنبور بصنبور الماء الجاري في المختبر بوساطة أنبوب مطاطي؛ لتزويد الجهاز بالماء اللازم، إذ يقوم الجهاز بتقطير جزء من هذا الماء، أما الجزء الآخر فيستخدمه الجهاز في عملية تبريد أنبوبة التكثيف.

هـ. مخرج الماء المقطر.

و. غطاء حوض الجهاز.

ز. حوض الجهاز: ويحتوي على عمودي التسخين والمكثف وحامل المكثف.

احتياطات الأمن والسلامة في التعامل مع الجهاز:

- تأكد أن الجهاز يعمل على جهد التيار نفسه الموجود في مختبرك قبل وصله بالتيار الكهربائي.
- لا تحاول تشغيل الجهاز قبل وصول الماء إلى المستوى المطلوب في حوض الجهاز.
- انزع عمودي التسخين بعد الانتهاء من استخدام الجهاز، وجففهما جيداً، واحفظهما في كيس بلاستيكي لمنع تشكل الصدأ عليهما.

كيفية عمل جهاز التقطير المعدني:

- ثبت الجهاز بشكل عمودي بالقرب من إحدى المغاسل في المختبر.
- صل أنبوبة بلاستيكية بين صنبور الماء الجاري في المختبر وصنبور مدخل الماء في الجهاز (د).
- صل الجهاز من الفتح (ب) "مخرج الماء البارد" بوساطة أنبوب بلاستيكي آخر بحوض المغسلة؛ للتخلص من ماء التبريد الزائد.
- افتح صنبور الماء الجاري واسمح للماء بالدخول إلى الجهاز حتى يصل مستواه إلى المستوى المطلوب في حوض الجهاز.
- شغل الجهاز بعد وصله بالتيار الكهربائي.
- ضع دورقاً زجاجياً نظيفاً ومعقماً تحت المخرج (هـ) لتجميع الماء المقطر.
- افصل الجهاز عن التيار الكهربائي بعد الانتهاء من استخدامه، واقطع الماء عنه، ثم انزع عمودي التسخين وجففهما جيداً واحفظهما في مكان بعيد عن الرطوبة لمنع تشكل الصدأ عليهما.

الأعطال الممكن حدوثها للجهاز كيفية التعامل معها:

1. **إذا كان الجهاز لا يعمل، فتأكد من:**

- وجود التيار الكهربائي في "الإبريز" باستخدام مفك الفحص (Tester).
- سلامة أسلاك التوصيل، باستخدام جهاز "الأفوميتر".
- سلامة توصيل الأسلاك داخل "الفيش".
- صلاحية منصهر الحماية في حالة توفره، إما بالنظر إليه عن قرب، أو باستخدام جهاز "الأفوميتر".
- صلاحية أعمدة التسخين، باستخدام جهاز "الأفوميتر"، واعمل على استبدال التالف منها.

2. **إذا كان الجهاز يعمل إلا أن الماء المقطر لا يخرج منه، فتأكد من:**

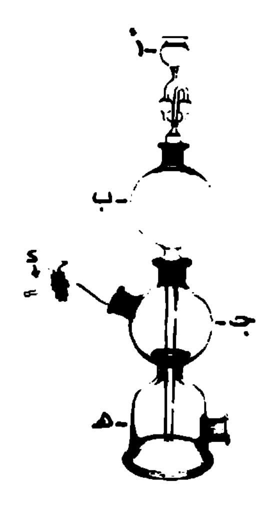
- طريقة توصيل الجهاز بالماء، وذلك حسب ما مر في كيفية تشغيل الجهاز.
- مستوى الماء داخل حوض الجهاز، واحرص دائماً أن يكون مستوى الماء أعلى من مستوى أعمدة التسخين، مع المحافظة على تزويد الجهاز بالماء في أثناء عمله باستمرار، بإبقاء صنبور الماء مفتوحاً بقدر بسيط.
- نظافة مجرى أنبوبة المكثف، وذلك بالنظر إليها من خلال فتحة المكثف داخل حوض الجهاز بعد رفع غطاء المكثف، واعمل على تنظيفها في حال وجود أي عائق في داخلها قد يعيق جريان الماء البارد أو الماء المقطر.

3. **في حال تسرب البخار من الجهاز:**

- تأكد من سلامة المطاط الموجود أسفل غطاء الحوض "في حال وجود مثل هذا المطاط" واعمل على تغييره إن كان تالفاً.
- اعمل على صيانة الغطاء بالشكل الصحيح بحيث يغلق الحوض بإحكام.
- أرسل الجهاز إلى المختصين لإجراء الصيانة اللازمة له في حال وجود ثقب في جسمه.

جهاز توليد الغازات وجمعها (جهاز كب)
Gas Generator, Kipp's

تركيب الجهاز:



يتركب جهاز "كب" كما يظهر في الشكل من الأجزاء الرئيسة الآتية:

أ. قمع أمان: يستخدم لتسهيل عملية وضع المحاليل داخل الجهاز، ويعمل الانحناء الموجود في هذا القمع على منع خروج الغازات عند تحضيرها من داخل الجهاز؛ إذ يبقى فيه بعض السائل مما يعيق خروج الغازات.

ب. الحجرة العلوية: وتنتهي هذه الحجرة بأنبوب طويل يصل الحجرة السفلى مروراً بالحجرة الوسطى، وتستخدم هذه الحجرة كمستودع للمواد السائلة الداخلة في التفاعل.

ج. الحجرة الوسطى: توضع فيها المواد الصلبة الداخلة في التفاعل، كما أن صمام الجهاز يتصل بها، وفيها تجمع الغازات الناتجة من التفاعل.

د. الصمام: مفتاح يستخدم لإخراج الهواء والغازات الناتجة عن التفاعل من داخل الجهاز، ويمكن بوساطته التحكم في سير التفاعل أو إيقافه.

هـ. الحجرة السفلى: تنزل إليها المادة السائلة الداخلة في التفاعل من الحجرة العلوية عبر الأنبوب الطويل، وغالباً ما تتصل هذه الحجرة بالحجرة الوسطى، في حين يمكن فصل الحجرة العلوية عنهما.

كما أن لهذه الحجرة فتحة تستخدم عند تفريغ الجهاز من محتوياته وتنظيفه.

كيفية عمل الجهاز:

1. ضع المادة الصلبة الداخلة في التفاعل في الحجرة الوسطى.
2. ركب الجهاز "كما يظهر في الشكل السابق"، مع التأكد من إغلاق صمام الغازات وفتحة التنظيف.
3. اسكب المادة السائلة الداخلة في التفاعل من خلال قمع الأمان.
4. افتح الصمام العلوي (صمام الغازات) لتسمح للهواء بالخروج ليحل محله السائل في الحجرة السفلى، واترك الصمام مفتوحاً حتى يرتفع مستوى السائل إلى أن يلامس المادة الصلبة في الحجرة الوسطى ليبدأ التفاعل.
5. أغلق الصمام العلوي عندما تلاحظ أن التفاعل قد بدأ؛ لتتجمع الغازات الناتجة منه في الحجرة الوسطى.
6. سيتوقف التفاعل بعد فترة من الزمن نتيجة انخفاض مستوى السائل في الحجرة السفلى.
7. إذا أردت أن يستمر التفاعل فافتح الصمام ثانية ليرتفع مستوى السائل إلى أن يلامس المادة الصلبة في الحجرة الوسطى.
8. يمكن الحصول على الغاز الذي تم جمعه في الحجرة الوسطى باستخدام محقن طبي يوصل بالصمام العلوي بوساطة أنبوب بلاستيكي.

كيفية العناية بالجهاز:

- تخلص من بقايا الفضلات الكيميائية الناتجة من التجربة داخل الجهاز، بالشكل الصحيح وخاصة الغازات، على أن يكون ذلك داخل خزانة طرد الغازات أو في الهواء الطلق.
- اغسل جميع أجزاء الجهاز مباشرة بعد الاستخدام وبلطف حتى لا تتلف بعضاً منها مما يؤدي إلى تعطيل الجهاز.

- جفف أجزاء الجهاز جيداً بعد غسلها، ثم أعد تركيب الجهاز وضعه في مكانه الصحيح.
- ضع قليلاً من الفازلين بين أجزاء الجهاز، أو قطعاً من الورق في حال عدم توافر مادة الفازلين لضمان عدم التصاق أجزاء الجهاز ببعضها.
- لا تحاول خزن الجهاز قبل تنظيفه، مهما كانت الأسباب.
- لا تحاول خزن أجزاء الجهاز بعيدة عن بعضها في أكثر من خزانة.

ملاحظة:

- احرص على أن تجري هذه التجربة داخل خزانة طرد الغازات أو في الهواء الطلق، واحرص أيضاً على أن لا يستنشق الطلبة الغازات المتصاعدة، فربما تكون سامة أو مميتة في بعض الأحيان، وخاصة إذا استنشقها الطالب بشكل مباشر.
- إذا لم يتوافر جهاز "كب" يمكن تحضير الغازات باستخدام أنبوبة وقاعدة جمع الغازات "كما يظهر في الشكل المبين أدناه".

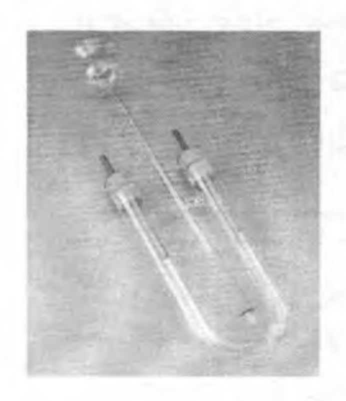




Preparation of Oxygen

جهاز تحليل الماء (جهاز هوفمان)
Hoffmann's Voltammeter

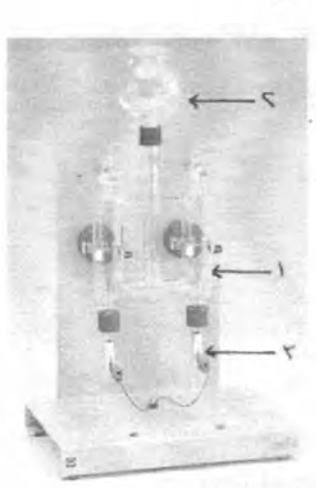
استخدام الجهاز



يستخدم هذا الجهاز لتحليل الماء إلى مكوناته وهي: الأكسجين، والهيدروجين، حيث يظهر عند إجراء عملية تحليل الماء باستخدام هذا الجهاز أن كمية الهيدروجين التي نتجت من التفاعل تعادل ضعف كمية الأكسجين الناتجة، مما يبرهن أن كمية الهيدروجين في الماء تعادل ضعف كمية الأكسجين.

تركيب الجهاز

يتركب جهاز تحليل الماء من الأجزاء الرئيسة الآتية:



1. أنبوبان مدرجان يتصلان معاً بالقرب من نهايتيهما السفلى بأنبوب ثالث بشكل عرضي على شكل حرف (H) مفتوحان من أسفليهما ومغلقان من الأعلى بصمامين، "كما يظهر في الشكل أعلاه".
2. قمع كروي الشكل يتصل بالأنبوب العرضي في الجهاز بوساطة أنبوب زجاجي أو بلاستيكي.
3. قطبان من البلاتين أو الكربون يثبتان في أسفل أنبوب الجهاز.

ملاحظة:

يفضل استخدام أقطاب البلاتين بدلاً من أقطاب الكربون، حيث يظهر جلياً عند استخدامها النسبة الصحيحة بين كميتي الهيدروجين والأكسجين الناتجتين من تحليل الماء.

كيفية عمل الجهاز:

1. ركب الجهاز "كما هو مبين في الشكل السابق" مع تثبيت قطبي البلاتين (أو الكربون) في أسفل الأنبوبين.
2. حضر محلولاً من الماء وحمض الكبريتيك (H_2SO_4)؛ إذ يستخدم الحمض كعامل محفز أو منشط للتفاعل، مما يسارع في عملية تحليل الماء، وكلما زادت نسبة الحمض كان التفاعل أكثر سرعة.
3. صل الجهاز بمصدر قدرة منخفض الجهد (2-10V.D.C) دون تشغيله.
4. ضع المحلول الذي حضرته داخل القمع الكروي للجهاز، وافتح الصمامين في أعلى أنبوبي الجهاز لتسمح للهواء بالخروج ليحل محله المحلول المائي.
5. أغلق الصمامين في أعلى الأنبوبين بعد التأكد من أن الجهاز قد امتلأ بالمحلول؛ ثم شغل مصدر القدرة، على أن يكون جهد التيار الواصل للجهاز 2 فولت في البداية.
6. إذا أردت زيادة سرعة التفاعل فارفع جهد التيار الكهربائي إلى 4 فولت أو 6 فولت، واحرص أن لا يزيد جهد التيار على 8 فولت حتى لا يتلف الجهاز.
7. ستلاحظ فقاعات من الغاز بدأت بالتصاعد في الأنبوبين من القطبين إلى الأعلى، وأن كمية الغاز المتجمعة في الأنبوب المتصل بالقطب السالب ضعف كمية الغاز المتجمعة في الأنبوب المتصل بالقطب

الموجب، وهذا يدل على أن الأنبوب المتصل بالقطب السالب قد تجمع فيه غاز الهيدروجين (H^+)، في حين أن الأنبوب المتصل بالقطب الموجب قد تجمع فيه غاز الأكسجين (O^-).

كيفية العناية بالجهاز:

- افصل الجهاز عن التيار الكهربائي مباشرة بعد الانتهاء من إجراء التجربة.
- فرغ الجهاز من محتوياته بعد الانتهاء من استخدامه مباشرة.
- فك الأقطاب، واغسلها بالماء الجاري ثم جففها واحفظها في مكان جاف، بعيداً عن الرطوبة.
- اغسل الجهاز مباشرة بعد الانتهاء من استخدامه بالماء الجاري وجففه جيداً واحفظه في مكانه الطبيعي.
- لا تحاول تشغيل الجهاز على جهد أكبر من الجهد المخصص له والمذكور في طريقة تشغيل الجهاز.
- تأكد من التيار الكهربائي في حال عدم عمل الجهاز، ثم زد جهد التيار الواصل للجهاز، أو أضف كمية من الحمض للمحلول داخل الجهاز.

الفصل الثالث

مهارات أساسية للعمل في مختبر الكيمياء

- كيفية تعرف المواد الكيميائية
- تصريف الفضلات الكيميائية
- تنظيف الأدوات الزجاجية
- تشكيل الزجاج
- التخلص من البقع

تقديم:

على فني المختبر أن يتقن مهارات عدة ليتمكن من إنجاح العمل المخبري؛ مثل استخدام خامات البيئة في صنع وسائل ونماذج وأدوات وأجهزة تساعده على إنجاح الحصة العملية؛ كصناعة ماصة أو قطارة.

وقد يجد فني المختبر نفسه في بعض الأوقات مضطراً لاستخدام أدوات معقمة لإجراء بعض التجارب التي تتطلب التعقيم الكامل، سواء أكان ذلك في مختبر الكيمياء أم في مختبر الأحياء؛ لذلك سنستعرض في هذا الفصل أهم المهارات التي نراها ضرورية للعمل المخبري ليتدرب فني المختبر عليها مما يمكنه من أدائها وقت الحاجة إليها.

كيفية تعرف المواد الكيميائية

قد يتواجد في المختبر أحياناً بعض العبوات التي تحتوي مواد كيميائية سقطت ملصقاتها التي تبين محتوياتها، أو تكون هذه الملصقات قد تلفت نتيجة كثرة الاستخدام؛ لذلك سنبين وبطريقة عملية كيفية تحديد صفات المواد ودراسة خصائصها الفيزيائية لتعرف ماهيتها.

الخصائص الفيزيائية للمادة:

هي الخصائص التي تظهر على المادة دون إجراء أي تغيير كيميائي عليها، ومن هذه الخصائص: حالة المادة في الظروف الطبيعية (صلبة، سائلة، غازية)، اللون، الرائحة، الكثافة، ذائبية المادة في الماء أو في محاليل أخرى، درجة الانصهار، درجة الغليان، حيث سنستعرض كل منها بالتفصيل فيما يلي:

أولاً: حالة المادة في الظروف الطبيعية

يمكن توفير مثل هذه الظروف التي غالباً ما تكون درجة الحرارة فيها 20°س، بعيداً عن الرطوبة وأشعة الشمس المباشرة وتحت ضغط الجو الطبيعي.

فإذا توافرت مثل هذه الظروف فيصبح من الممكن مشاهدة حالة المادة بالعين المجردة سواء أكانت صلبة أم سائلة أم غازية، ويمكن الرجوع إلى ما جاء في هذا الكتاب تحت عنوان: التعريف ببعض العناصر ومركباتها، للإفادة مما يخص حالة المادة في الظروف الطبيعية.

ثانياً: اللون والرائحة

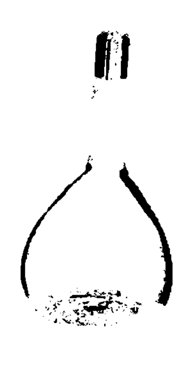
تتميز كل مادة بلون، وقد ذكرنا ذلك عند التعريف بالعناصر ومركباتها؛ أما فيما يخص الرائحة فهذا يرجع إلى الشخص الذي يتعامل مع هذه المواد؛ إذ تصبح لديه المقدرة على تمييز المواد عن بعضها بالاعتماد على الرائحة المنبعثة منها نتيجة الخبرة الطويلة والكفاءة العالية.

ثالثاً: الكثافة

الكثافة: هي كتلة المادة في وحدة الحجم (غ/سم^3).

تجربة:

كيفية إيجاد كثافة السوائل:



1. جد كتلة زجاجة الوزن النوعي المتوافرة في مختبرك باستخدام ميزان دقيق جداً (إذا لم تتوافر لديك زجاجة الوزن النوعي فيمكنك استخدم كأس زجاجية سعتها 50 سم^3).
2. املأ الزجاجة تماماً بالماء ثم جد كتلتها ثانية وسجل النتائج.

3. احسب كتلة الماء، وذلك بطرح كتلة الزجاجة فارغة من كتلتها مع [illegible]

4. فرغ الزجاجة جيداً من الماء وجففها، ثم املأها بالسائل المراد إيجاد كثافته، ومن ثم جد كتلتها مع السائل.

5. احسب كتلة السائل.

6. بما أن الحجم واحد للماء وللسائل فإن:

$$\frac{\text{كتلة الماء}}{\text{كثافة الماء}} = \frac{\text{كتلة السائل}}{\text{كثافة السائل}} \Leftarrow \text{كثافة السائل} = \frac{\text{كتلة السائل} \times \text{كثافة الماء}}{\text{كتلة الماء}}$$

7. أعد العمل مرة أخرى، واحصل على متوسط النتيجتين بجمعهما معا وتقسيم الناتج على (2)، ثم سجل النتيجة على ورقة خاصة بالتجربة مع ما حصلت عليه في (1، 2).

ملاحظة:

يمكنك استخدام الهيدرومير المناسب لإيجاد كثافة سائل ما.

تجربة:

كيفية إيجاد كثافة المواد الصلبة:

1. خذ مخباراً مدرجاً سعته 10سم^3 ثم زنه باستخدام ميزان دقيق.

2. ضع في المخبار إلى منتصفه مذيباً لا يذيب المادة المراد معرفة كثافتها؛ ثم زن المخبار والسائل معاً.

3. حدد حجم المذيب بالضبط وسجله على ورقة خارجية، ثم ضع كمية من المادة الصلبة المراد معرفة كثافتها بهدوء داخل المخبار، ليرتفع مستوى السائل داخل المخبار إلى ما يقارب 5 سم^3.

4. زن المخبار وجميع محتوياته (المادة المذيبة والمادة الصلبة المراد معرفة كثافتها).
5. اطرح وزن المخبار والسائل في (2) من الوزن الذي حصلت عليه في (4) لتحصل على وزن المادة الصلبة فقط.
6. حدد مستوى سطح السائل بالضبط ثم اطرح منه حجم المذيب الذي حصلت عليه في (3) لتحصل على حجم المادة الصلبة فقط.
7. احسب كثافة المادة الصلبة بما حصلت عليه من معطيات، ثم كرر هذه العملية أكثر من مرة وسجل النتائج، ثم جد المتوسط الحسابي لكثافة المادة.

رابعاً: الذائبية

ذائبية المادة: هي الكتلة القصوى التي تذوب من المادة المذابة في كتلة محددة من المذيب عند درجة حرارة ما.

وسنجري في التجربة أدناه اختباراً لذائبية مادة مجهولة في عدد من المذيبات.

التجربة:

1. ضع في أنبوب اختبار بعض قطرات أو بلورات من المادة المجهولة.
2. أضف إليه مليمترات من مذيب تختاره أنت (الماء أو الميثانول أو بعض الحموض أو أي مذيبات أخرى).
3. رج الأنبوب جيداً وذلك بطرقه من أسفله بإصبعك مع إمساكه جيداً من العنق.
4. لاحظ ماذا يحدث. هل ذابت المادة المجهولة أم لا؟... سجل النتائج.
5. أعد التجربة باستخدام مذيب آخر، ... ثم سجل النتائج.

خامساً: نقطة الغليان

هي درجة الحرارة التي يتساوى فيها ضغط بخار السائل مع الضغط الجوي.

تجربة:

كيفية تحديد نقطة الغليان.

الأدوات المستخدمة

حامل معدني، ماسك، موقد بنسن، كأس زجاجية، ميزان حرارة مئوي يقيس (-10°←110°س)، أنبوب اختبار، أنبوب شعري طوله 10 سم وأحد طرفيه مغلق، سائل درجة غليانه عالية.

ترمومتر

أنبوب شعري مشدود برابطة مطاطية

جهاز لتعيين نقطة الغليان

خطوات العمل:

1. ركب جهازاً كالمبين في الشكل.
2. ثبت أنبوب الاختبار باستخدام حلقة مطاطية أو خيط رفيع إلى جانب ميزان الحرارة، بحيث يكون طرف الأنبوب السفلي ملامساً لمستودع ميزان الحرارة.
3. ضع في أنبوب الاختبار بعض قطرات من السائل المراد اختباره، ثم نكس الأنبوب الشعري داخل أنبوب الاختبار، بحيث يكون طرفه المغلق إلى الأعلى.
4. ضع في الكأس الزجاجية سائلاً درجة غليانه عالية.
5. سخن السائل الذي في الكأس ببطء مع التحريك المستمر للسائل.

6. استمر في عملية التسخين إلى أن تلاحظ خروج فقاعات متتالية وبسرعة من البخار من طرف الأنبوب الشعري، عند ذلك أوقف عملية التسخين.
7. راقب الجهاز إلى أن تشاهد تباطؤ خروج فقاعات البخار وتوقفها، حيث يبدأ السائل بالارتفاع في الأنبوب الشعري، عندها سجل درجة الحرارة التي تعتبر نقطة غليان السائل.
8. أخرج الأنبوب الشعري ونظفه جيداً أو استخدم أنبوباً آخر، ثم كرر العملية لتحصل على المتوسط الحسابي لدرجة غليان السائل.

سادساً: نقطة الانصهار

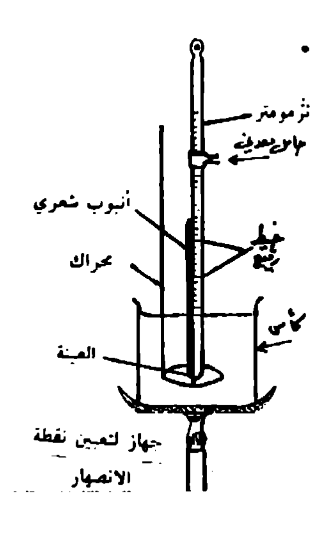
هي درجة الحرارة التي تتحول عندها المادة من حالة الصلابة إلى حالة السيولة، عند ضغط مقداره (1) جو.

تجربة:

كيفية تحديد نقطة الانصهار.

الأدوات المستخدمة

حامل معدني، ماسك، موقد بنسن، كأس زجاجية، ميزان حرارة مئوي، أنبوب شعري طوله 10 سم وأحد طرفيه مغلق، سائل درجة غليانه عالية (يمكن استخدام زيت البرافين لهذه الغاية).



خطوات العمل:

1. ركب جهازاً كالمبين في الشكل.

2. ضع في الأنبوب الشعري كمية قليلة من مسحوق المادة الصلبة المراد معرفة درجة انصهارها، ويتم ذلك بغمس الطرف المفتوح للأنبوب الشعري في مسحوق المادة الصلبة؛ لتدخل كمية منها فيه، ثم أسقطه بشكل عمودي ومن ارتفاع قليل مرات عدة على سطح المنضدة، لجعل المادة تهبط إلى قعر الأنبوب.
3. ثبت الأنبوب الشعري باستخدام خيط رفيع إلى ميزان الحرارة المئوي، بحيث تجعل الطرف المغلق للأنبوب الشعري إلى الأسفل ملامساً لمستودع ميزان الحرارة، وحاول أن لا يلامس ميزان الحرارة السطح السفلي للكأس.
4. سخن السائل الذي في الكأس وراقب المادة في الأنبوب الشعري وقراءة ميزان الحرارة، إلى أن تلاحظ بداية حدوث الانصهار، عندها سجل قراءة ميزان الحرارة.
5. سجل قراءة ميزان الحرارة عند مشاهدة انصهار المادة كليا في الأنبوب الشعري.
6. اجمع قراءتي الحرارة في كل من (4، 5)، وقسم الناتج على (2) لتحصل على درجة الانصهار.

ملاحظة:

بعد الحصول على جميع النتائج يمكنك مقارنتها بما سبق ذكره في هذا الكتاب عندما تحدثنا عن التعريف ببعض العناصر ومركباتها، أو العودة إلى الملحق رقم (3) في الملاحق، لتحديد اسم المادة المجهولة.

تصريف الفضلات الكيميائية

إن تفاعل المواد مع بعضها في التجارب الكيميائية قد يُنتج مخلفات أو مواد جديدة لا حاجة لنا بها في بعض الحالات، وربما تنتج هذه المخلفات من عدم تقدير الكمية المطلوبة من المادة الكيميائية بشكل دقيق مما يستوجب في هذه الحالة عدم إعادة الكمية الزائدة إلى عبوة التخزين خوفاً من تلوثها، فنبحث عن طرق معينة للتخلص من هذه المخلفات.

الطرق العامة المتبعة في التخلص من الفضلات الكيميائية

1. التخفيف

ويكون ذلك في حالتي:

- الغازات: ويتم التخلص منها بتسريب أبخرتها إلى الجو، شريطة أن يكون ذلك في الهواء الطلق أو في خزانة طرد الغازات؛ وذلك منعاً لحدوث أية سلبيات. ومن الأمثلة على ذلك: غاز الكلور والبروم.
- المواد الكيميائية السائلة والصلبة: ويتم التخلص منها بإلقاء الفائض منها في مجاري المياه أو مصارف الصرف الصحي، على أن يكون ذلك بالتدريج مع إضافة الماء باستمرار إلى كل جزء نتخلص منه.

ومن الأمثلة على ذلك:

كرومات البوتاسيوم (K_2CrO_4)، نترات الصوديوم ($NaNO_3$)، ديكرومات الصودم ($Na_2Cr_2O_7$)، نترات الفضة ($AgNO_3$).

ويتم التخلص من هذه المواد إذا كانت ضمن محاليل، مباشرة بإلقائها في المغسلة وفتح صنبور الماء عليها، أما إذا كانت صلبة فتذاب أولا بالماء ثم تلقى في المغسلة ويفتح صنبور الماء عليها.

2. **تحويل المواد الكيميائية الخطرة إلى مواد أقل خطرا**

ويكون هذا بطرق عدة منها:

- معادلة الحموض والقواعد: مثل هيدروكسيدات الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم، حيث تخفف أولاً بالماء، ثم يتم معادلتها بمحلول حمض الهيدروكلوريك بتركيز 6 جـ، ثم التخلص منها في مصارف الصرف الصحي.
- الأكسدة: ويتم ذلك بحرق المواد الكيميائية الخطرة في الهواء الطلق.
- اختزال المواد المؤكسدة.

3. **التخزين أو الدفن**

يتم ذلك في أرض فلاة بعد وضع هذه المواد في عبوات تضمن عدم تسربها إلى المياه الجوفية وتلويثها، وتستخدم هذه الطريقة مع المواد الصلبة؛ كالنظائر المشعة، أو المواد اللزجة؛ كالزئبق ومركباته.

الطرق الخاصة المتبعة في التخلص من الفضلات الكيميائية

1. الغازات المضغوطة: وخاصة في الاسطوانات التي تظهر فيها عيوب ميكانيكية، حيث يتم التخلص من محتويتها بوضعها في أرض فلاة، ثم تسرب محتوياتها إلى الجو، أو تحرق عن بعد مع الأخذ في الاعتبار عدم تلويث المناطق المحيطة.
2. المواد السامة: هناك طرق عدة للتخلص من هذه المواد، منها:

أ. الاتصال برجال الدفاع المدني أو المختصين للتخلص منها حسب ما يرونه مناسباً.

ب. تحويلها إلى مواد أقل سمية ثم تحرق بعيداً عن السكان.

ج. توضع على سطح صلب؛ كقطعة كربون، ثم توضع في وعاء مغلق بإحكام، وترمى في مكان مخصص لذلك.

3. المواد المتفجرة: لا تحاول العبث بهذه المواد، واتصل بخبراء المتفجرات ليساعدوك على التخلص منها.

4. **الفلزات القلوية، والقلوية الترابية**: ومثال ذلك: الصوديوم، الكالسيوم، البوتاسيوم.

ويتم التخلص منها كما يأتي:

أ. تغطى بطبقة من مسحوق كربونات الصوديوم الهيدروجينية وتمزج به جيداً.

ب. **أضف كحول** (2 - ميثيل بروبانول) ببطء إلى المزيج مع التحريك **المستمر، (ويضاف** ذلك بنسبة 2 غ من المادة/ 100 سم^3 من الكحول).

ج. **اترك المزيج لمدة** 12 ساعة، ثم تخلص منه عن طريق مصارف الصرف الصحي، واتبعه بالماء الجاري.

4. **المذيبات والمواد القابلة للاشتعال:**

تطرح في حفرة معزولة بعيداً عن السكان، وتطمر بالتراب، ويمكن حرق المواد القابلة للاشتعال بعد وضعها في الحفرة، على أن يكون ذلك باستخدام لهب متصل بقضيب حديد طويل؛ حفاظاً على سلامتك.

ويمكن استخدام هذه الطريقة في التخلص من الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والفسفور والليثيوم باعتبارها مواد قابلة للاشتعال، شريطة أن يتم ذلك بأقصى درجات الحيطة والحذر.

تنظيف الأدوات الزجاجية

محاليل التنظيف وكيفية تحضيرها

1. **محلول حمض الهيدروكلوريك:**

- المواد المستخدمة:

حمض الهيدروكلوريك HCl.....2 مل ،

ماء H_2O...... 100 مل.

2. **محلول الديكرومات المنظف:**

- المواد المستخدمة:

ديكرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$.......10غ ،

ماء H_2O..........100 مل.

حمض الكبريتيك المركز H_2SO_4........ 10 مل.

يحضر بإذابة الديكرومات في الماء، ثم يضاف الحمض شيئاً فشيئاً بعناية بالغة مع التحريك المستمر.

تحذير:
لما كان حمض الكبريتيك وديكرومات البوتاسيوم مواد كاوية جداً، فإن مزيجهما سيكون مثل ذلك وربما أكثر، لذلك ينبغي تجنب استعمال هذا المحلول ما أمكن، ويمكن الاستعاضة عنه بمحاليل التنظيف التجارية المعروفة.

3. **الأسيتون:**

يستخدم في تنظيف الأدوات المتسخة أو الملوثه بالمواد العضوية. لأن المواد العضوية لا تذوب في الماء.

4. حمض النيتريك:

يستخدم في تنظيف الأدوات الزجاجية المتسخة برواسب صعبة الإزالة، ويستخدم بحذر شديد إن كان مركزا، حيث يعد حمض النيتريك مادة كاوية جداً وخطرة.

تنظيف الأواني الزجاجية:

أ. الزجاجيات الجديدة

تكون الزجاجيات الجديدة قلوية بعض الشيء، لأنها لم تستعمل من قبل، ولتعديلها:

- تترك مغموسة في حوض به محلول حمض الكلوردريك بتركيز 2٪ لمدة 24 ساعة.
- تشطف مرتين بالماء الجاري ومرة ثالثة بالماء المقطر.
- تترك مقلوبة على ورق تنشيف لتجف، أو توضع في فرن التجفيف على درجة 60°س إن كانت مصنوعة من البيركس، و 37°س إن كانت غير ذلك.

ب. الزجاجيات المتسخة



- تغسل مرتين بالماء البارد أو الفاتر مباشرة بعد استخدامها، ولا يجوز تركها لتجف بعد الاستخدام وبالذات المتسخة بمواد بروتينية.
- تنقع في حوض يحتوي ماء عادي ممزوج بمسحوق غسيل،

وباستخدام الفرشاة الخاصة بغسل الأواني الزجاجية يتم تنظيفها من الداخل، وتترك منقوعة في الحوض من 20 إلى 60 دقيقة.

- تشطف الأدوات جيداً تحت الماء الجاري حتى يتم التخلص من آثار مسحوق الغسيل أو المحاليل الأخرى، ثم تترك منقوعة في حوض مملوء بالماء العادي لمدة 30 دقيقة.
- تجفف هذه الأدوات بوضعها مقلوبة على ورق تنشيف خاص (إن كانت هذه الأدوات كبيرة الحجم)، أما الأدوات صغيرة الحجم فتوضع في فرن التجفيف على 60°س، إن كانت مصنوعة من البيركس، وعلى 37°س إن لم تكن كذلك.

ملاحظة:

إن كانت الأدوات متسخة برواسب صعبة الإزالة، فيمكن استخدام محلول من حمض النيتريك لتنظيفها. أما إذا كانت متسخة بمواد عضوية فيستخدم الأسيتون في تنظيفها.

تنظيف الماصات:

- تغسل الماصة بالماء الجاري فوراً بعد الانتهاء من استعمالها.
- تترك الماصات مغموسة في مخبار أو حوض آخر يحوي مزيجاً من الماء ومسحوق الغسيل، وإن كان متسخة برواسب صعبة الإزالة، فيمكن استخدام محلول من حمض النيتريك لتنظيفها.
- في حال كون الماصات مسدودة:
  - توضع في مخبار مليء بمحلول الديكرومات المنظف لمدة 24 ساعة.

- تخرج من محلول الديكرومات باستخدام ملقط وبحذر شديد، وتغسل جيداً بالماء الجاري.
- تنقع بعد التأكد من فتحها في الماء المقطر لمدة 30 دقيقة.

- تجفف الماصات باستخدام فرن التجفيف على 60°س إن كانت مصنوعة من البيركس، وعلى 37°س إن كانت من غيره، وإن لم يتوافر فرن التجفيف فيمكن تجفيفها في جو الغرفة على أن تكون بعيدة عن الغبار والرطوبة.

تنظيف الشرائح المجهرية:

- إذا كانت الشرائح ملوثة بزيت السدر فيتم تنظيفها أولاً باستخدام ورق تنظيف خاص أو باستخدام ورق الجرائد وذلك بعد التخلص من غطاء الشريحة (Cover)، حيث يتم التخلص منه باستخدام إبرة التشريح أو ملقط.
- تغمر الشرائح في حوض به مزيج من الماء البارد أو الفاتر مع مسحوق أو سائل الغسيل لفترة من الوقت، ثم تفرك جيداً باليد أو باستخدام قطعة من الإسفنج.
- تشطف الشرائح جيداً بالماء الجاري ثم تغمر في حوض به ماء مقطر لمدة ساعة على الأقل.
- تخرج الشريحة من الحوض باستخدام الملقط ويمسكها من حافتيها، ثم تجفف بقماش ناعم خال من إلوبر "زغبر"، وتوضع على ورقة ترشيح دقائق عدة بعيداً عن الغبار والرطوبة "يمكن تجفيفها في فرن التجفيف".
- تجمع الشرائح بعد ذلك في علبة أو صندوق خاص حيث تكون جاهزة للاستعمال مرة ثانية.

تشكيل الزجـاج

من المهارات الهامة التي يفترض أن يتقنها فني المختبر مهارة تشكيل الزجاج، لما لهذا العمل من أهمية كبيرة في العديد من التجارب التي تجري في المختبر، حيث يحتاج من يعمل في المختبر في كثير من الأوقات إلى توصيلات زجاجية بين الأنابيب أو بين الدوارق الزجاجية والمعدنية، لذلك رأينا شرح هذا الموضوع في هذا الفصل من الكتاب وبشيء من التفصيل ليتمكن فني المختبر أو من يعمل في المختبر من أداء هذا العمل بالمهارة المطلوبة لتحضير الوصلات اللازمة لإجراء التجارب.

كيفية صناعة الزجاج:

يصنع الزجاج في العادة بصهر مزيج من الرمل وكربونات البوتاسيوم أو كربونات الصوديوم (الصودا) في درجة حرارة عالية؛ حيث يعطي ذلك أشكالاً من السليكا.

أنواع الزجاج:

1. الزجاج اللين Soda Glass

يمتاز هذا النوع من الزجاج بليونة عالية في درجات الحرارة ما بين 600°س ← 800°س.

2. زجاج البيركس Pyrex

يصنع هذا النوع من الزجاج بإضافة حمض البوريك إلى السيلكا، ويمتاز بقابليته العالية على مقاومة الآثار الناتجة من التبريد والتسخين المفاجئ، حيث

أن معامل تمدده الحراري قليل نسبياً. ويستخدم هذا النوع من الزجاج في صناعة معظم الأجهزة المخبرية.

كيفية تشكيل الزجاج

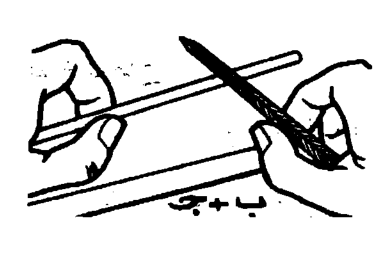
الأدوات المستخدمة:

- أنابيب زجاجية مجوفة: قطرها الخارجي (4 ـ 8) مم. وسماكة جدارها (0.9 ـ 1.0) مم.
- قاطع للزجاج: قلم ماسيّ أو منشار زجاجي أو مبرد صغير ثلاثي الأضلاع.
- قطعة من القماش.
- موقد بنسن.

عمل ماصة باستور:

- طريقة العمل:

أ. أحضر أنبوباً زجاجياً قطره (4 ـ 6) مم.



ب. باستخدام المنشار أو المبرد علّم الأطوال المطلوبة على الأنبوب، وذلك بخدشها بشكل خفيف، بحيث تكون القياسات كالآتي:

- 15 سم للماصات الصغيرة.

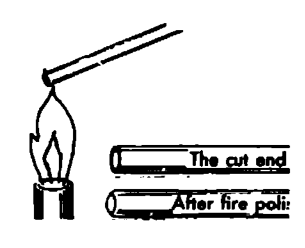


- 18 ـ 25 سم للماصات الكبيرة.

ج. اعمل خدشاً باستخدام المبرد أو منشار الزجاج باتجاه مقطع الأنبوب، وذلك بإدارة الأنبوب بشكل دائري فوق المبرد مع الضغط عليه بلطف.

د. لف الجزء المراد كسره بالقماش، ثم امسكه بيديك الاثنتين على أن يكون كل إبهام على أحد جانبي العلامة المخدوشة. ثم اكسر الأنبوب بإبهاميك وذلك بدفعها إلى الأمام مع السحب إلى الجانبين.

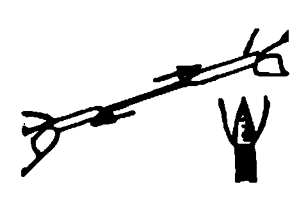
هـ. سخن نهاية الأنبوب (من جهة القطع)، وذلك بحمل الأنبوب في وضع ما بين الأفقي والمائل بزاوية 45° فوق اللهب الأزرق الصادر من موقد بنسن، لتلافي خطورة الطرف الحاد للأنبوب والناتج من القطع وتهذيبه.

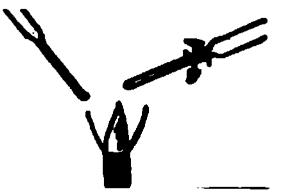


و. اترك الأنبوب أو الأنابيب المقطوعة تبرد في وعاء زجاجي، على أن تكون نهايتها التي سخنت إلى الأعلى.

ز. سخن وسط الأنبوب على لهب أزرق، وذلك بوضعه بشكل أفقي على اللهب، على أن تكون منطقة الوسط مباشرة فوق اللهب مع المثابرة على تدويره باستمرار، وراع توزيع الحرارة على منطقة تمتد سنتمترات عدة على جانبي الوسط.

ح. عندما تلاحظ آن ليونة الأنبوب في منطقة الوسط أصبحت كافية، ارفعه عن اللهب مع المحافظة على اليدين في المستوى نفسه تماماً، ثم اسحب طرفي الأنبوب بعيداً عن بعضهما إلى المدى الذي تراه مناسباً.



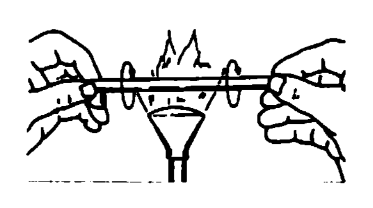


ط. ضع الأنبوب على سطح أفقي حتى يبرد، ثم اقطعه من الوسط لتحصل على ماصتي باستور. وللتخلص من الأطراف الحادة سخن الأطراف الرفيعة على اللهب ثوان قليلة.

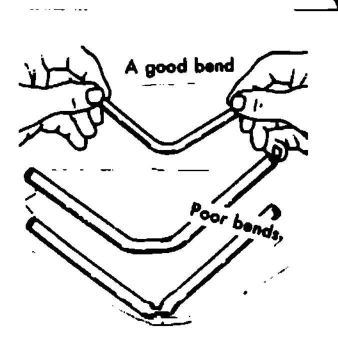
ثني الأنابيب الزجاجية:

- طريقة العمل:

أ. أغلق أحد طرفي الأنبوبة باستخدام سدادة مطاطية مناسبة.



ب. سخن المنطقة المراد ثنيها، وذلك بتدوير الأنبوب فوق اللهب حتى تلاحظ أن **ليونة الأنبوب في المنطقة المراد ثنيها أصبحت كافية**، مع الأخذ بالاعتبار **عدم تركيز التسخين على نقطة واحدة فقط**، بل توزيعه على بضع **سنتمترات على جانبي الوسط**.



ج. ارفع الأنبوبة عن اللهب مع المحافظة على يديك في المستوى نفسه واثني الأنبوبة ببطء لعمل الشكل الذي تريده، "سواء أكان حرف U أم زاوية حادة أو زاوية قائمة" مع النفخ المستمر بداخل الأنبوبة.

د. الانثناءات السيئة تنتج:

- إذا كان الزجاج حاراً جداً.

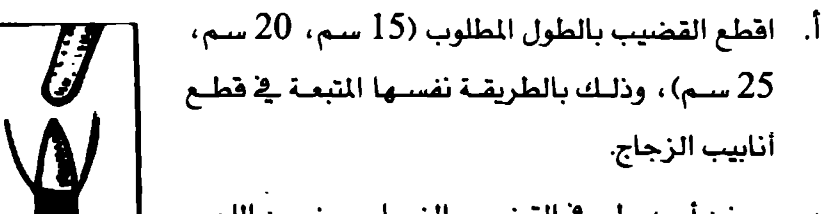
- إذا لم تكن حرارة الزجاج كافية.
- إذا لم تنفخ في الأنبوب في أثناء عملية ثنيه.

هـ. إذا أردت إغلاق أحد طرفي الأنبوب الزجاجي، فسخن هذا الطرف على لهب بنسن، وذلك بوضعه بشكل مائل في المنطقة الوسطى من اللهب مع التحويك المستمر للأنبوب وبشكل دائري، وتستمر هذه العملية حتى ينصهر هذا الطرف وتتكون النهاية الكروية، ثم يرفع الأنبوب عن اللهب، ويترك جانباً ليبرد.

عمل قضبان التحريك:

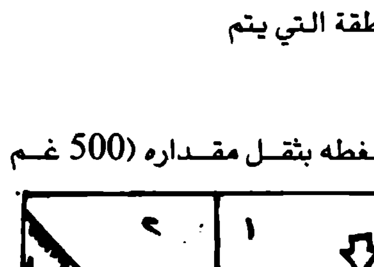
- طريقة العمل:

يستعمل قضيب زجاجي مُصْمت قطره 5 مم تقريباً.

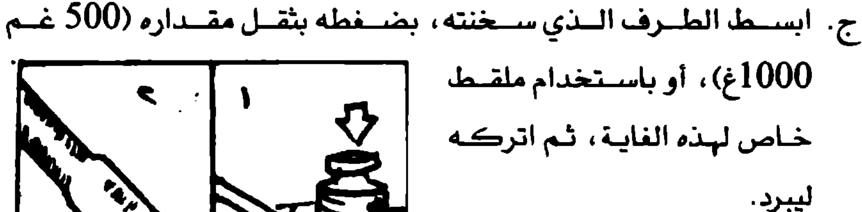


أ. اقطع القضيب بالطول المطلوب (15 سم، 20 سم، 25 سم)، وذلك بالطريقة نفسها المتبعة في قطع أنابيب الزجاج.

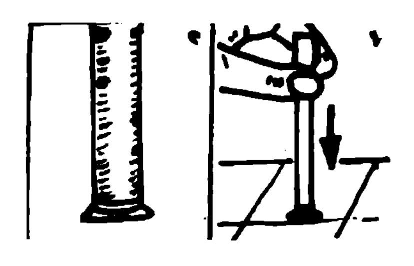
ب. سخن أحد طرفي القضيب الزجاجي ضمن اللهب الأزرق على لهب بنسن "ليكن طول المنطقة التي يتم تسخينها (1 -2) سم".



ج. ابسط الطرف الذي سخنته، بضغطه بثقل مقداره (500 غم 1000غ)، أو باستخدام ملقط خاص لهذه الغاية، ثم اتركه ليبرد.



د. سخن الطرف الآخر للقضيب إلى أن تشعر أن ليونته أصبحت كافية، ثم ارفعه عن اللهب واضغطه بلطف وبسرعة إلى الأسفل على سطح جاف وغير قابل للحرق، ثم اتركه ليبرد.



التخلص من البقع

قد يتعرض بعض العاملين في المختبرات، ولأسباب كثيرة كعدم ارتداء مريول العمل المخبري، إلى سقوط بعض المواد الكيميائية على ملابسهم، مخلفة وراءها بقعاً قد تشوه منظر الثوب مما يضطرهم إلى البحث عن منظفات كيميائية أو مساحيق غسيل خاصة للتخلص من تلك البقع، كما وقد تنتج هذه البقع عن سقوط مواد أخرى على الملابس، بحيث تكون عملية إزالتها صعبة ومعقدة، لذلك كان من الضروري التحدث عن هذا الموضوع في هذا الكتاب؛ لتقديم بعض الإرشادات للأشخاص الذي يتعاملون مع هذه المواد، لتعريفهم بكيفية التخلص من هذه البقع، مع تأكيد سرعة معالجتها؛ لأن المعالجة السريعة هي أفضل السبل للتخلص من هذه المواد وإزالة جميع آثارها.

إرشادات عامة:

- لا تستعمل المواد القلوية لإزالة البقع من النسيج الحريري أو الصوفي، كما وينصح بعدم استعمال الماء قدر الإمكان مع هذه الأنسجة، ويفضل استعمال مذيب عضوي مثل رابع كلوريد الكربون (CCl_4) أو البنزين (C_6H_6) أو الغزولين (C_8H_{18}).
- عند استخدام محاليل حمضية لإزالة بقعة من نسيج قطني، يجب بعد ذلك غسل مكان الحمض جيداً بالماء للتخلص من الآثار الحمضية.
- يفضل استعمال محلول فوق أكسيد الهيدروجين (H_2O_2) مضافاً إليه محلول الأمونيا (NH_3) في حالة إزالة بقعة من نسيج حريري؛ وذلك لجعل الوسط قاعدي ضعيف.

البقع وطرائق إزالتها

◆ بقع اليود

تزال بقع اليود بدلكها في محلول مائي من كبريتات الصوديوم (3 غ من كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 في 10 مل ماء). ويمكن معالجتها بمحلول النشادر، ثم يغسل مكان البقعة بالماء.

◆ بقع العفن

للتخلص من البقع الناتجة عن العفن أدلكها جيداً بمحلول مائي من هيبوكلوريت الكالسيوم (3غ من هيبوكلوريت الكالسيوم في 10 مل من الماء) ثم اغسل مكان البقعة جيداً بالماء.

◆ البقع الدهنية

- اغمس قطعة صوف صغيرة في رابع كلوريد الكربون (CCl_4) أو الغازولين (C_8H_{18}).
- أدلك البقعة جيداً بقطعة الصوف بشكل دائري.
- جفف مكان البقعة باستخدام قطعة صوف أخرى جافة.
- اغسل مكان البقعة جيداً بالماء الدافئ والصابون.

◆ بقع الصدأ

- أدلك مكان البقعة جيداً بمحلول مائي ساخن من حمض الأوكزاليك ($H_2C_2O_4$) (4 غ من حمض الأوكزاليك في 10 مل ماء).
- اغسل مكان البقعة بمحلول قاعدي مخفف من كربونات الصوديوم أو الصابون.

◆ **البقع الحمضية**

يجب الإسراع بإزالة أي قطرات من الحمض فور سقوطها على النسيج، وذلك بدلكها جيداً بقطعة قماش مغموسة في محلول هيدروكسيد الأمونيوم (NaOH) ثم اغسل مكان البقعة جدياً بالماء.

◆ **البقع القلوية**

- تعامل معاملة البقع الحمضية في الإسراع بإزالتها فور سقوطها على النسيج.
- إذا سقطت قطرات من محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) على الملابس فيتم إزالتها بدلكها بقطعة قماش مغموسة في محلول حمض الأسيتيك (CH_3COOH)، ثم غسل مكان البقعة جيداً بالماء.

◆ **بقع الدهان**

يمكن إزالة بقع الدهان بدلك مكانها بزيت التربتينا، ثم تنظيف مكان البقعة بمذيب عضوي مثل رابع كلوريد الكربون (CCl_4) أو الغزولين حتى يزول أي أثر للبقعة.

◆ **بقع الحبر**

الطريقة الأولى:

- نظف مكان البقعة بمحلول مائي مزيل للون مثل هيبوكلوريت الكالسيوم (4 غ من هيبوكلوريت الكالسيوم في 10 مل من الماء) حتى يتحول لون البقعة إلى اللون الأصفر.
- أضف إلى البقعة محلول فوق أكسيد الهيدروجين (H_2O_2) وأدلكها برفق.

ملاحظة:

لا تستخدم هذه الطريقة مع النسيج الحريري.

الطريقة الثانية:

- اغسل مكان البقعة بماء بارد.
- أدلك البقعة بعصير الليمون وملح الطعام.
- إذا كان القماش أبيض اللون فانقع البقعة بكمية من اللبن.

◆ بقع الشاي والقهوة والكاكاو

- انقع البقعة فترة زمنية بالغليسرين الدافئ ($C_3H_8O_3$).
- أدلك مكان البقعة بالكحول الايثيلي.
- اغسل مكان البقعة جيداً بالماء.

الفصل الرابع

تحضير المحاليـل الكيميائية



- الخلفيـــــــة العلميـــــــة
- طرق تحضير المحاليل الكيميائية في المختبرات
- نشاطـــــــات عمليـــــــة

الخلفية النظرية:

- المحلول خليط متجانس من مادتين أو أكثر، وتعتبر المحاليل المائية أهم أنواع المحاليل التي يتعامل معها فني المختبر ومعلم العلوم.
- تمثل النسبة بين كمية المذاب وكمية المذيب تركيز المحلول.

هناك طرق عدة للتعبير عن تركيز المحلول. أهمها:

1. النسبة المئوية أو التركيز المئوي، وتنقسم إلى:

أ. النسبة المئوية بالوزن للمادة في المحلول: وتمثل عدد غرامات المذاب في 100 غم من المحلول ويعبر عنها بالعلاقة التالية:

$$\text{النسبة المئوية الكتلية} = \frac{\text{كتلة المذاب بالغرام}}{\text{كتلة المحلول بالغرام}} \times 100\%$$

علماً أن كتلة المحلول = كتلة المذاب + كتلة المذيب

فمثلاً: عند إذابة 10 غ من ملح الطعام في 100 غ من الماء فإن:

$$\text{التركيز المئوي الكتلي لهذا المحلول} = \frac{10}{110} \times 100\% = 9\%.$$

- سؤال: أذيب 5 غ من السكر في 40 سم^3 من الكحول الإيثلي الذي كثافته = 0.9 غ/ سم^3.

احسب التركيز المئوي الكتلي لهذا المحلول؟

ب. النسبة المئوية بالحجم للمادة في المحلول: وهي حجم المادة بالملليتر المذابة في 100 مليتر من المحلول.

$$\text{النسبة المئوية بالحجم للمادة في المحلول} = \frac{\text{حجم المادة في المحلول}}{\text{حجم المحلول بالملليتر}} \times 100\%$$

والعلاقة بين التركيز المئوي بالوزن والتركيز المئوي بالحجم يمكن استنتاجها كما يلي:

$$\text{النسبة المئوية بالوزن للمادة المذابة} = \frac{\text{كتلة المذاب بالغرام}}{\text{كتلة المحلول بالغرام}} \times 100\%$$

الوزن = الحجم × الكثافة

$$\text{النسبة المئوية بالوزن للمادة المذابة} = \frac{\text{حجم المادة المذابة} \times \text{كثافتها}}{\text{حجم المحلول} \times \text{كثافته}} \times 100\%$$

$$\text{النسبة المئوية بالوزن للمادة المذابة} = \text{النسبة المئوية بالحجم} \times \frac{\text{كثافة المادة المذابة}}{\text{كثافة المحلول}}$$

مثال:

أضيف 10 غم من سائل عضوي كثافته 1.5 غ/ مل إلى 90 غ من الماء، فأصبحت كثافة المحلول 1.1 غ/ مل. احسب التركيز المئوي بالوزن وبالحجم للمادة العضوية في المحلول؟

الحل:

وزن المحلول = 10 غ + 90 غ = 100 غ

$$\text{النسبة المئوية (التركيز المئوي) بالوزن} = \frac{\text{كتلة المذاب بالغرام}}{\text{كتلة المحلول بالغرام}} \times 100\%$$

$$= \frac{10}{100} \times \%100 = \%10$$

$$\text{حجم المحلول} = \frac{\text{وزن المحلول}}{\text{كثافة}} = \frac{100 \text{ غ}}{1.1 \text{ غ/ مل}} = 90.9 \text{ مل}$$

$$\text{حجم المذاب} = \frac{\text{وزن المذاب}}{\text{كثافة}} = \frac{10 \text{ غ}}{1.5 \text{ غ/ مل}} = 6.67 \text{ مل}$$

$$\text{التركيز المئوي بالحجم} = \frac{\text{حجم المذاب}}{\text{حجم المحلول}} \times \%100$$

$$= \frac{6.67 \text{ مل}}{90.9 \text{ مل}} \times \%100 = \%7.3$$

التركيز الجزيئي (المولارية):

ـ المحلول الجزيئي (1 جـ): هو المحلول الذي يحتوي اللتر منه على وزن جزيئي غرامي واحد (مول) من المادة المذابة، ويقال أن تركيزه الجزيئي = 1 جزيئي/لتر (1 مول/ لتر). والمحلول الذي يحتوي اللتر منه على ضعف الوزن الجزيئي الغرامي (2 مول) للمادة المذابة يكون تركيزه الجزيئي = 2 جزيئي / لتر.

(2 مول/ لتر) هو المحلول الذي يحتوي اللتر منه على الكتلة الجزيئية الغرامية (1 مول) من المادة المذابة.

وبالتالي فإن التركيز الجزيئي للمادة في المحلول: هو عدد الأوزان الجزيئية الغرامية (عدد المولات) من المادة المذابة في اللتر الواحد من المحلول.

إذن: التركيز الجزيئي للمادة في المحلول = عدد الجزيئات الغرامية للمادة / حجم المحلول باللتر

عدد الجزيئات الغرامية للمادة = وزن المادة بالغـــرام / الوزن الجزيئي الغرامي

وزن المادة بالغرام = التركيز الجزيئي × الوزن الجزيئي للمادة × حجم المحلول باللتر

سؤال: محلول حجمه 500 مل، مذاب فيه 10 غ من الصودا الكاوية، احسب التركيز الجزيئي لمحلول الصودا الكاوية (علماً أن الوزن الجزيئي للصودا الكاوية = 40)؟

الحل:............................

ويمكن تعريف الجزيئية بأنها عدد الأوزان الجزيئية الغرامية (عدد **المولات) المذابة في لتر** واحد من المحلول. فالمحلول الذي يحتوي اللتر منه على 2 مول من المذاب، يكون تركيزه 2 جـ وهكذا.

الجزيئية = عدد مولات المذاب / حجم المحلول باللتر

عدد المولات = حجم المحلول باللتر × التركيز الجزيئي

= كتلة المذاب بالغرام / الكتلة الجزيئية الغرامية للمذاب (1 مول)

مثال (1): أذيب 4 غ من هيدروكسيد الصوديوم في الماء حتى أصبح حجم المحلول 250سم^3، احسب جزيئية المحلول، علماً بأن الكتلة الذرية الغرامية للصوديوم = 23 والأكسجين = 16 والهيدروجين = 1 ؟

$$\text{الجزيئية} = \frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{حجم المحلول باللتر}}$$

الكتلة الجزيئية الغرامية لـ NaOH = 23 + 16 + 1 = 40 غ/ مول

$$\text{عدد المولات} = \frac{4}{40} = 0.1 \text{ مول}$$

$$\text{حجم المحلول باللتر} = \frac{250}{1000} = 0.25 \text{ لتر}$$

$$\text{الجزيئية} = \frac{0.1}{0.25} = 0.4 \text{ جـ}$$

مثال (2): محلول من حمض الكبريتيك المركز H_2SO_4 تركيزه (98٪) بالكتلة وكثافة المحلول 1.84 غ/ سم^3 (توجد هذه المعلومات على زجاجة الحمض)، احسب التركيز الجزيئي لهذا المحلول علماً بأن الكتلة الذرية الغرامية لـ (H = 1، S = 32، O = 16) غ/ مول.

كتلة اللتر من المحلول الحمضي = 1000 × 1.84 = 1840 غ.

$$\text{كتلة الحمض في اللتر} = \frac{1840 \times 98}{1000} = 180.32 \text{غ}$$

$$\text{عدد مولات الحمض في اللتر} = \frac{180.32}{98} = 1.84 \text{ مول}$$

$$\text{جزيئية الحمض} = \frac{1.84}{1} = 1.84 \text{ جـ}$$

سؤال: محلول من حمض الهيدروكلوريك حجمه 400 سم^3 وتركيزه 0.2 جـ. احسب كتلة HCl في هذا المحلول.

الكتلة الذرية الغرامية لـ H = 1 ، Cl = 35.5 غ/ مول .

الحل:.......................................

طرق تحضير المحاليل الكيميائية في المختبرات:

تحضير المحاليل القياسية Standard Solutions

هنالك نوعان من المحاليل القياسية التي يتم تحضيرها في المختبر:

1. محاليل قياسية أولية:

وهي محاليل المواد النقية التي يمكن تحضيرها مباشرة عن طريق إذابة كتلة معينة من المادة في حجم معين من الماء مثل كربونات الصوديوم اللامائية Na_2CO_3 . وحمض الأكزاليك المائي $H_2C_2O_4.2H_2O$ ، فيكون تركيز محلولها معلوماً بدقة. ويستخدم المحلول القياسي في معايرة المحاليل التي تركيزها غير معلوم بدقة.

2. محاليل قياسية ثانوية:

وهي محاليل المواد غير النقية إما لأنه يصعب تنقيتها أصلاً، أو أنها مواد نقية في الأصل ولكنها تتأثر بالعوامل الجوية (كالرطوبة، وثاني أكسيد الكربون، الخ...)، وهذه المحاليل تحضر بصورة تقريبية ثم تجرى لها عملية معايرة مع محلول قياسي لتحديد تركيزها بدقة، ومثال ذلك محاليل NaOH، NH_3 ، HCl، H_2SO_4 .

فمثلاً مادة NaOH تمتص بخار الماء وغاز CO_2 من الجو وتتكون طبقة من كربونات الصوديوم. أما حمض H_2SO_4 فهو يمتص الرطوبة باستمرار. أما محاليل حمض NH_3 ، HCl فيتبخر المذاب باستمرار مما يقلل من التركيز.

المعايــرة:

هـي الإضـافة التدريجيـة مـن محلـول معلـوم التركيـز إلى محلـول مجهـول التركيز أو العكس، بهدف معرفة تركيز المحلول المجهول. وهناك ثلاثة أنواع من تفاعلات المعايرة:

1. تفاعلات التعادل: مثل معايرة حمض مثل HCl مع قاعدة مثل NaOH.
2. تفاعلات التأكسدة والاختزال: مثل معـايرة محلـول بيرمنغنـات البوتاسـيوم $KMnO_4$ مع أيونات الحديد Fe^{2+}.
3. تفاعلات الترسيب: مثل معايرة محلول نترات الفضـة $AgNO_3$ مـع محلـول أيونات الكلوريد Cl^-.

تحتـاج عمليـة المعـايرة أحيانـاً إلى كاشـف ليـدل علـى انتهائهـا عنـد معـايرة الحمض مع القاعدة، مثل كاشف الفينول فثالين والميثيل البرتقالي، وأحياناً لا تحتـاج إلى كاشـف كمـا في معـايرة محلـول بيرمنغنـات البوتاسـيوم مـع أيونـات الحديد.

تحضير المحاليل بالتخفيف:

عنـد تخفيـف محلـول مـا فـإن عـدد مـولات المـذاب يبقـى ثابتـاً ، وبمـا أن: عـدد مـولات المـذاب = حجـم المحلـول بـاللتر × تركيـز المـذاب الجزئـي، لـذلك فـإن:

حجم المحلول قبل التخفيف × تركيزه = حجم المحلول بعد التخفيف × تركيزه

$ح_1 \times جـ_1 = ح_2 \times جـ_2$

مثال: احسب كمية الماء اللازم إضافتها إلى 200 سم^3 من حمض HCl الذي تركيزه 0.5 جـ للحصول على محلول تركيزه 0.2 جـ$_1$.

$ح_1 \times ت_1 = ح_2 \times ت_2$

$200 \times 0.5 = ح_2 \times 0.2$

$ح_2 = \frac{200 \times 0.5}{0.2} = 500$ سم^3

$500 - 200 = 300$ سم^3 (كمية الماء اللازم إضافتها).

سؤال: محلول من حمض الكبريتيك حجمه 100 سم^3 وتركيزه 0.4جـ، كم يصبح تركيز المحلول إذا أضيف إليه 150 سم^3 ماء؟

الحل: ....

نشاطـات عملية

تجربة رقم (1): تحضر محاليل مختلفة التراكيز من حمض HCl

احتياطات الأمن والسلامة:

1. إن محلـول حمـض HCl نـاتج عـن إذابـة غـاز كلوريـد الهيـدروجين في الماء، لذلك يجب إغلاق زجاجة الحمض مباشرة بعد الاستعمال وعدم استنشاق الغاز المتصاعد.
2. أضف الحمض المركز إلى الماء وليس العكس (لماذا)؟
3. في حـال ملامسـة الحمـض للجلـد سـارع إلى غمـر الجـزء المصـاب بالمـاء واغسله جيداً.

تحضير محلول من حمض HCl حجمه 100 سم^3 وتركيزه 1 جـ تقريباً

المواد والأدوات المستخدمة:

حمـض هيـدروكلوريك مركـز HCl (12 جــ)، مـاء مقطـر، مخـابير مدرجة سعة (10 ، 25، 500) سم^3، دوارق حجمية سعة (100، 250، 500) سم^3، كـؤوس زجاجيـة مختلفـة الأحجـام (50، 100 ، 200، 400) سـم^3، بطاقات لاصقة.

خطوات العمل:

1. ضع 50 سم^3 ماء مقطر في دورق حجمي سعته 100 سم^3.
2. خـذ 8.3 سـم^3 (لـماذا؟) مـن حمـض الهيـدروكلوريك المركـز بواسـطة مخبار مدرج سعته 10 سم^3.
3. أضف الحمض إلى الدورق الحجمي (خطوة رقم 1).

4. اغسل المخبار المدرج بكميات قليلة من الماء المقطر (3 -5سم^3) ولمرات عدة وأضف ماء الغسيل في كل مرة إلى الدورق الحجمي (لماذا؟).
5. أكمل بالماء المقطر إلى العلامة الموجودة على عنق الدورق الحجمي المذكور في خطوة رقم (1).
6. سد الدورق بإحكام ثم قلبه مرات عدة (لماذا؟) لتحصل على محلول تركيزه 1 جـ تقريباً.
7. ضع بطاقة لاصقة على الدورق واكتب عليها اسم المحلول وتركيزه وتاريخ تحضيره.
8. أحفظ المحلول في مكان آمن لاستخدامه عند الحاجة.

تجربة رقم (2): تحضير محاليل مختلفة التركيز من حمض H_2SO_4

أعد خطوات تجربة رقم (1) لتحضير محلول من حمض H_2SO_4 حجمه 100 سم^3 وتركيزه 1 جـ، إذا علمت أن تركيز حمض H_2SO_4 = 18جـ.

احتياطات الأمن والسلامة:

حمض H_2SO_4 أشد خطورة من حمض HCl حيث تتولد عند امتزاج الحمض بالماء كمية كبيرة من الحرارة، لذلك يجب إضافة الحمض إلى الماء تدريجياً مع التحريك، وفي حال ملامسة الحمض للجلد يجب غسل الجلد بالماء المضاف إليه قليل من كربونات الصوديوم (لماذا؟).

نشاط:

باستخدام المحلول المحضر في تجربة رقم (2) حضر محلولاً آخر من الحمض حجمه 250 سم^3 وتركيزه 0.1 جـ واحفظه.

تجربة رقم (3): تحضير محاليل مختلفة التراكيز من هيدروكسيد الصوديوم NaOH

احتياطات الأمن والسلامة:

هيدروكسيد الصوديوم مادة كاوية للجلد، لذلك احذر من ملامستها لجلدك، وفي حال ملامستها للجلد اغسل الموقع بالماء المضاف له حمض خفيف مثل حمض الليمون، كما أن مادة هيدروكسيد الصوديوم تسبب تآكل الزجاج لذلك لا يفضل تخزينها في الأوعية الزجاجية لمدة طويلة.

تحضير محلول من NaOH حجمه 100 سم^3، وتركيزه (2 جـ).

المواد والأدوات المستخدمة:

ميزان حساس، NaOH ، كؤوس زجاجية مختلفة الأحجام، دوارق حجمية مختلفة الأحجام، ماء مقطر، بطاقات لاصقة، أقلام.

خطوات العمل:

1. زن 8 غم من حبيبات هيدروكسيد الصوديوم الجافة، ثم أذبها في 50 سم^3 من الماء المقطر الفاتر في كأس زجاجية، ثم أنقل المحلول إلى دورق حجمي سعته 100سم^3.
2. اغسل الكأس الزجاجي بكميات قليلة من الماء المقطر (5 – 10سم^3) مرات عدة، مع إضافة ماء الغسيل في كل مرة إلى الدورق.
3. أكمل بالماء المقطر إلى العلامة التي على عنق الدورق الحجمي.
4. سد الدورق بإحكام ثم أقلبه مرات عدة، ومن ثم ضع لاصقاً على الدورق وسجل عليه المعلومات الضرورية.

سؤال: كم غراماً من NaOH يلزم لتحضير محلول حجمه 200 سم^3 وتركيزه 0.1 ج، علماً بأن الكتلة الذرية الغرامية لـ (Na = 23، O = 16، H = 1) غ/ مول.

الحل: ....

تجربة رقم (4): تحضير محاليل الكواشف

المواد والأدوات المستخدمة:

فينولفثالين (مسحوق)، ميثيل برتقالي (مسحوق)، ماء مقطر، كحول إيثيلي، كؤوس زجاجية مختلفة الأحجام، ميزان حساس، مخبار مدرج سعة 50 سم^3 أو 100 سم^3، زجاجات خاصة لحفظ الكواشف، محلول HCl 0.1 ج.

- **تحضير محلول كاشف الفينولفثالين:**

1. أذب 1 غ من مسحوق الفينولفثالين في 100 سم^3 من الكحول الإيثيلي في كأس زجاجية سعة 250 سم^3.
2. خفف المحلول السابق بإضافة 100 سم^3 من الماء المقطر إليه، ثم انقل المحلول إلى زجاجة حفظ الكاشف.

- **تحضير محلول كاشف الميثيل البرتقالي:**

1. أذب 0.1 غ من مسحوق الميثيل البرتقالي في 200 سم^3 ماء مقطر.
2. أذب 0.1 غ من ملح الطعام في المحلول.
3. أضف 3 سم^3 من محلول HCl تركيزه 0.1 ج إلى المحلول السابق.
4. انقل المحلول إلى زجاجة حفظ الكاشف.

تجربة رقم (5): تحضير محاليل بنسب وزنية وحجمية مختلفة

1. **تحضير محلول كحول حجمه 120 سم^3 والنسبة الحجمية للكحول 5٪:**

في هذه الحالة كل 100 سم^3 من المحلول تحتوي 5 سم^3 كحول.

إذن كل 120 سم^3 من المحلول تحتوي على (س) سم^3 من الكحول

$$\frac{5 \times 120}{100} = 6$$ سم^3 كحول.

إذن نخلط 6 سم^3 كحول مع 114 سم^3 ماء .

سؤال: ما حجم الأسيتون اللازم إضافته للماء للحصول على محلول حجمه 60 سم^3 والنسبة المئوية الحجمية للاسيتون = 8 ٪.

الحل:................................

2. **تحضير محلول مائي من $KMnO_4$ كتلته 50 غ والنسبة المئوية الكتلية لمادة $KMnO_4$ = 5٪:**

كل 100 غ من محلول $KMnO_4$ تحتوي 5 غ من $KMnO_4$

كل 50 غ من محلول $KMnO_4$ تحتوي (س)غ $KMnO_4$

$$\frac{5 \times 50}{100} = 2.5$$ غ من $KMnO_4$

إذن نذيب 2.5 غ من $KMnO_4$ في 47.5 غ ماء مقطر.

سؤال: احسب حجم الماء اللازم لتحضير محلول من ملح الطعام تركيزه 20 ٪ بالكتلة إذا كانت كتلة المحلول المطلوب = 600 غ ؟

الحل: ....

تجربة رقم (6): تحضير الكواشف الطبيعية

أ. **الشــاي:**

- اغلِ 5 – 10 غ من الشاي في 100 سم^3 ماء مقطر لمدة 3 دقائق.
- رشح المحلول واتركه يبرد.
- احفظ المحلول في زجاجة كاشف.

ب. **الشمندر أو الملفوف الأحمر:**

- اغلِ مقطعاً من الشمندر أو الملفوف (50 – 60) غ في كمية مناسبة من الماء (150 – 200 سم^3) لمدة 5 دقائق.
- رشح المحلول واتركه يبرد.
- احفظ المحلول في زجاجة كاشف.

ج. **الــــورد:**

- اغلِ بضع ورقات ملونة من الورد في 100 سم^3 ماء مقطر لمدة 5 دقائق.
- رشح المحلول واتركه يبرد.
- احفظ المحلول في زجاجة كاشف

تجربة رقم (7): معايرة حمض HCl تركيزه 1 جـ مع محلول من NaOH مجهول التركيز باستخدام كواشف مختلفة:

المواد والأدوات المستخدمة:

سحاحة 50 سم^3، دورق مخروطي سعة 250 سم^3، كأس زجاجية سعة 250 سم^3، قمع زجاجي قطر 6 - 8 سم، محلول فينولفثالين، محلول ميثيل برتقالي، حامل مع ماسك، مخبار مدرج سعته 10 سم^3، محلول حمض HCl تركيزه 1 جـ، محلول من NaOH مجهول التركيز.

خطوات العمل:

1. خذ 10 سم^3 من محلول NaOH، المحضر سابقاً، وضعه في كأس زجاجي ثم أضف إليه كمية من الماء 20 – 30 سم^3، ومن ثم خذ 10 سم^3 من المحلول وضعه في دورق مخروطي ثم أضف إليه نقاط من كاشف الفينولفثالين. لاحظ لون المحلول.
2. إملأ السحاحة بمحلول HCl تركيزه 1 جـ، الذي حضرته سابقاً.
3. ابدأ عملية المعايرة حتى تصل إلى نقطة النهاية (يتغير عندها لون الكشاف أي يختفي اللون الأحمر الزهري). سجل حجم محلول الحمض المستخدم في المعايرة بقراءة السحاحة.
4. كرر العملية ثلاث مرات على الأقل وخذ متوسط القراءات.
5. احسب تركيز محلول NaOH بتطبيق قانون التعادل:

$$ح_1 \times ت_1 = ح_2 \times ت_2$$

حيث ح$_1$ = حجم محلول الحمض، ت$_1$ تركيز أيونات H^+ في الحمض.

ح$_2$ = حجم محلول القاعدة، ت$_2$ تركيز أيونات OH^- في القاعدة.

6. أعد تجربة المعايرة السابقة باستخدام كاشف الميثيل البرتقالي وقارن النتيجة السابقة بالنسبة إلى تركيز محلول القاعدة في الحالتين.

سؤال: تعادل 10 سم^3 من محلول حمض H_2SO_4 مع 40 سم^3 من محلول NaOH تركيزه 0.5 جـ. احسب تركيز محلول الحمض.

الحل: ....

تجربة رقم (8): تحضير محاليل أخرى:

أ. **محلول النشا:**

- أذب 1 غ من مسحوق النشا في 250 سم^3 من الماء المقطر.
- اغلِ المحلول لمدة خمس دقائق ثم اتركه يبرد.

ب. **محلول تنظيف الأدوات الزجاجية:**

- أضف 10 – 15 غ من دايكرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 إلى 15 سم^3 ماء.
- أضف حمض H_2SO_4 المركز ببطء مع التحريك إلى أن تصبح محتويات الكأس حمراء شبه صلبة.
- أضف بعد ذلك أقل كمية ممكنة من الحمض لجعل هذه الكتلة على شكل محلول.
- دع الإناء يبرد.

ملاحظة: يفسد هذا المحلول عندما يصبح لونه أخضر.

الملاحـــــــــــق

- ملحق رقم (1): الكواشف
- ملحق رقم (2): الخواص الفيزيائية لبعض المواد الكيميائية
- ملحق رقم (3): مواد كيميائية تستخدم في المختبرات التعليمية

ملحق رقم (1)
الكواشف Indicators

بعض الكواشف المستخدمة في المختبرات التعليمية ودرجات الحموضة التي يقرؤها كل كاشف، والألوان التي يتلون بها حسب المادة التي يوضع فيها، سواء أكانت حمضية أم قاعدية

الرقم	اسم الكاشف	درجة الحموضة التي يقرأها	لون الكاشف		Indicator
			في الحمض	في القاعدة	
.1	هيماتوكسلين/ الحمضي	1 - 0	قرنفلي	أخضر	Haematoxylin "Acid range"
.2	هيماتوكسيلين/ القاعدي	11 - 6	أحمر – بني	احمر – بنفسجي	Haematoxylin "Alkaline range"
.3	فينول أحمر/ حمضي	2 - 0	احمر – قرنفلي	اصفر	Phenol Red "Acid range"
.4	فينول احمر/ القاعدي	8.4 - 6.6	آصفر	أحمر	Phenol Red "Alkaline range"
.5	أزرق الثيمول/ الحمضي	2.8 - 1.2	احمر	اصفر	Thymol Blue "Acid range"
.6	أزرق الثيمول/ القاعدي	9.6 - 8	اصفر	ازرق	Thymol Blue "Alkaline range"
.7	أزرق البروموفينول	4.6 - 2.8	اصفر	ازرق – بنفسجي	Bromophenol Blue
.8	ميثيل برتقالي	4.6 - 2.8	أحمر	اصفر	Methyl Orange
.9	الكونغو الأحمر	5 - 3	أزرق	قرمزي	Congo Red
.10	بروموكريزول الأخضر	5.2 - 3.6	أصفر	أزرق	Bromocresol Green
.11	أحمر الميثيل	6.3 - 4.2	احمر	اصفر	Methyl Red
.12	ليتمس	8 - 5	أحمر	أزرق	Litmus
.13	بروموثيمول أزرق/ الحمضي	7.6 - 6	اصفر	أزرق	Bromothymol Blue "Acid Range"
.14	الميثيل البنفسجي	3.2 - 0.1	أصفر	بنفسجي	Methyl Violet
.15	فينول فثالين	10 - 8.4	دون لون	أحمر	Phenol Phthalein
.16	كريزول الأحمر	1.8 - 0.2	احمر	اصفر	Cresol Red
.17	كريزول الأحمر/ القاعدي	8.8 - 7.2	أصفر	أحمر	Cresol Red "Alkaline range"

ملحق رقم (2)
الخواص الفيزيائية لبعض المواد الكيميائية

الرقم	اسم العنصر أو المركب	الرمز الكيميائي	حالة المادة في الظروف الطبيعية	اللون	الكثافة غ/سم^3	نقطة الانصهار °س	نقطة الغليان °س	ذائبية المادة في الماء	التفاعل مع الحموض	التفاعل مع القواعد
.1	الأسيتون	$(CH_3)_2CO$	سائل	عديم اللون	0.79	95-	56	ذ		
.2	الأيثانول	C_2H_5OH	سائل	عديم اللون	0.79	117-	79	ذ		
.3	الميثانول	CH_3OH	سائل	عديم اللون	0.79	94-	65	ذ		
.4	نفثالين	$C_{10}H_8$	صلب		1.03	81	218 (تتفكك)	غ ذ		
.5	أسيتات الصوديوم المائية	$CH_3COONa.3H_2O$	صلب		1.45	58	123 (تتفكك)	ذ		
.6	نترات الخارصين المائية	$Zn(NO_3)_2.6H_2O$	بلورات		0.07	36	105	ذ		
.7	الهيدروجين	H	غاز	عديم اللون	0.07	259-	253-	ضعيف		
.8	الألومنيوم	Al	صلب	فضي	2.7	660	2450	غ ذ		
.9	أكسيد الألومنيوم	Al_2O_3	صلب	أبيض		2000		غ ذ		
.10	هيدروكسيد الألومنيوم	$Al(OH)_3$	صلب					ضعيف	✓	✓
.11	كبريتات الألومنيوم	$Al_2(SO_4)_3$	بلورات					ذ		
.12	كربيد الألومنيوم	Al_4C_3	بلورات	اصفر				ذ		
.13	أول أكسيد الكربون	CO	غاز	عديم اللون	0.967			ضعيف	×	×
.14	ثاني أكسيد الكربون	CO_2	غاز	عديم اللون				ضعيف		
.15	كربونات الصوديوم	Na_2CO_3	صلب					ذ	✓	
.16	كربونات البوتاسيوم	K_2CO_3	صلب					ذ	✓	
.17	كربونات الأمونيوم	$(NH_4)_2CO_3$	صلب					ذ	✓	

الرقم	اسم العنصر أو المركب	الرمز الكيميائي	حالة المادة في الظروف الطبيعية	اللون	الكثافة غ/سم^3	نقطة الانصهار °س	نقطة الغليان °س	ذائبية المادة في الماء	التفاعل مع الحموض	التفاعل مع القواعد
.18	سيانيد الهيدروجين	HCN	سائل	عديم اللون		-13	26	ذ		
.19	رابع كلوريد الكربون	CCl_4	سائل	عديم اللون	1.58	-23	67.7	ضعيف	×	×
.20	السيليكون	Si	صلب بلوري	رمادي	2.33	1415	2620		×	
.21	القصدير	Sn	صلب	رمادي / فضي	7.3	232	2260			
.22	الرصاص	Pb	صلب	ابيض	11.40	327	1740			
.23	النيتروجين	N	سائل	عديم اللون	0.81	-210	-196	ضعيف		
.24	حمض النيتريك	HNO_3	سائل	عديم اللون	1.52	-6.41	84	ذ		
.25	الأمونيا "النشادر"	NH_3	غاز	عديم اللون	0.586	-77.8	-33.4	ذ		
.26	الهيدرازين	N_2H_4	سائل	عديم اللون	1.01	2	113.2	ذ		
.27	الفسفور الأبيض	P	صلب	أبيض	1.82	44.1	80	غ ذ		
.28	الزرنيخ المعدني	As	صلب بلوري	رمادي	5.72	817	613			
.29	الزرنيخ الأصفر	As	صلب بلوري	أصفر	1.97					
.30	الزرنيخ البني	As	صلب	بني	3.9					
.31	الأكسجين	O	غاز	عديم اللون	1.14	-218.9	-183	ضعيف		
.32	فوق أكسيد الهيدروجين	H_2O_2	سائل	عديم اللون		-0.9	152.1			
.33	الكبريت	S	صلب	أصفر	2.07	119	444.6	غ ذ		
.34	كبريتيد الهيدروجين	H_2S	غاز	عديم اللون	1.17	-85.6	-60.75	ذ		

الرقم	اسم العنصر أو المركب	الرمز الكيميائي	حالة المادة في الظروف الطبيعية	اللون	الكثافة غ/سم^3	نقطة الانصهار°س	نقطة الغليان°س	ذائبية المادة في الماء	التفاعل مع الحموض	التفاعل مع القواعد
35.	حمض الكبريتيك	H_2SO_4	سائل لزج	عديم اللون	1.84	10.36	338	ذ		
36.	الفلور	F	غاز	اصفر	1.505	219.5-	188-			
37.	الكلور	Cl	غاز	اصفر	1.56	103-	34.7-			
38.	البروم	Br	سائل		3.12	7.2-	58.7			
39.	اليود	I	صلب		4.49	113.7	184.5			
40.	الكروم	Cr	صلب	ابيض	7.19	1615	2200	غ ذ		
41.	المنغنيز	Mn	صلب	أبيض	7.43	1260	1900		✓	
42.	اول أكسيد المنغنيز	MnO	مسحوق	أخضر				غ ذ	✓	
43.	هيدروكسيد المنغنيز	$Mn(OH)_2$	صلب	ابيض				ضعيف	✓	
44.	ثاني أكسيد المنغنيز	MnO_2	مسحوق	أسود				ضعيف	×	
45.	الحديد	Fe	صلب	رمادي	3.86	1535	3000	غ ذ		
46.	أكسيد الحديد (II)	FeO	صلب	أسود	5.9	1368		غ ذ	✓	
47.	اكسيد الحديد (III)	Fe_2O_3	صلب	أسود	5.2	1565			✓	
48.	كبريتيد الحديد (II)	FeS	صلب	أسود				غ ذ	✓	
49.	كلوريد الحديد (II)	$FeCl_2$	صلب	ابيض		676		ذ		
50.	بروميد الحديد (II)	$FeBr_2$	صلب	اصفر		689		ذ		
51.	كبريتات الحديد (III)	$Fe_2(SO_4)_3$	مسحوق	ابيض						

الرقم	اسم العنصر أو المركب	الرمز الكيميائي	حالة المادة في الظروف الطبيعية	اللون	الكثافة غ/سم³	نقطة الانصهار ْس	نقطة الغليان ْس	ذائبية المادة في الماء	التفاعل مع الحموض	التفاعل مع القواعد
.52	الكلوبلت	Co	صلب	رمادي	8.9	1490	2900			
.53	النيكل	Ni	صلب	فضي	8.9			غ ذ		
.54	اكسيد النيكل (II)	NiO	صلب	أخضر		1955		غ ذ	✓	×
.55	اكسيد النيكل (III)	Ni_2O_3	صلب	أسود					×	
.56	البلاتين	Pt	صلب	فضي	21.4	1769	3800	ذائب في الماء الملكي		
.57	النحاس	Cu	صلب	احمر	8.96	1083	2595	غ ذ	✓	×
.58	الفضة	Ag	صلب	فضي	10.5	961	2210	غ ذ	✓	×
.59	الذهب	Au	صلب	اصفر	19.3	1063	2970	ذائب في الماء الملكي		
.60	كبريتات النحاس اللامائي	$CuSO_4$	مسحوق	ابيض	3.64			ذ		
.61	اكسيد النحاس (I)	Cu_2O	مسحوق	أحمر				غ ذ		
.62	اكسيد النحاس (II)	CuO	بلورات	اسود					✓	
.63	كلوريد النحاس (I)	CuCl	صلب	ابيض				غ ذ		
.64	كلوريد النحاس (II)	$CuCl_2$	صلب	بني						
.65	الزنك	Zn	صلب	ابيض	7.14	419	907			
.66	الزئبق	Hg	لزج	فضي	13.6	38.9-	357			
.67	اليورنيوم	U	صلب	فضي	19.07	1132	3818			
.68	2 - بيوتانول	$CH_3CH(OH).C_2H_5$	غاز	عديم اللون	0.8	86-	20	ذ		

الرقم	اسم العنصر أو المركب	الرمز الكيميائي	حالة المادة في الظروف الطبيعية	اللون	الكثافة غ/سم^3	نقطة الانصهار °س	نقطة الغليان °س	ذائبية المادة في الماء	التفاعل مع الحموض	التفاعل مع القواعد
69.	بروميد الرصاص	$PbBr_2$	صلب	أبيض	6.6	373	916	ذ		
70.	كلوريد الرصاص	$PbCl_2$	صلب	أبيض	5.9	498	954	ذ		
71.	مغنيسيوم	Mg	صلب	أبيض	1.74	615	1110			
72.	كلوريد الزئبق	Hg_2Cl_2	صلب	أبيض	7.15					
73.	بروميد الزئبق	Hg_2Br_2		أبيض	7.30					
74.	كلوريد الزئبق	$HgCl_2$	صلب	أبيض	5.44	280	302			
75.	بروميد الزئبق	$HgBr_2$		برتقالي	5.12	238	322			
76.	حمض الخليك	CH_3COOH	سائل	عديم اللون	1.05	16	118	ذ		
77.	1 - بروبانول	$C_2H_5.\ CH_2OH$	سائل	عديم اللون	0.8					
78.	2 - بروبانول	$(CH_3)_2\ CHOH$	سائل	عديم اللون	0.78	90-	82			

ملحق رقم (3)

مواد كيميائية تستخدم في المختبرات التعليمية

الرقم	اسم المادة أو المركب الكيميائي		الإشارة التحذيرية	الرمز الكيميائي	التركيز المطلوب	الكثافة ◆ غ/سم³	سعة العبوة	حالة المادة في الظرف الطبيعية	ملحوظات
	باللغة العربية	باللغة الإنجليزية							
.1	حمض الإيثانويك (الخليك)	Acetic Acid, "Ethanoic acid"	مادة قارضة	CH_3COOH	٪99	1.05	1000سم³	سائلة	
.2	حمض الإيثانويك اللامائي	Acetic Anhydride "Ethanoic anhydride"	مادة قارضة	$(CH_3.CO)_2O$	٪96	1.08	100سم³	سائلة	
.3	بربانون (اسيتون)	Acetion "Propanone"	مادة مشتعلة	$(CH_3)_2CO$	٪99	0.79	1000 سم³	سائلة	Pure
.4	كلوريد الأسيتيل	Acetyl Chloride "Ethanoic Chloride"	مشتعلة / قارضة	$CH_3.COCl$	٪98	1.105	100 سم³	سائلة	
.5	كلوريد الألومنيوم	Aluminium Chloride	مادة قارضة	$AlCl_3$	٪98	-	100 غ	صلبة	Anhydrous
.6	نترات الألومنيوم	Aluminium Nitrate-9-Water	مهيجة/ مركسدة	$Al(NO_3)_3.9H_2O$	-	-	500 غ	صلبة	Nonahydrate
.7	اكسيد الألومنيوم	Aluminium Oxide	-	Al_2O_3	٪98	-	500 غ	صلبة	
.8	كبريتات الألومنيوم	Aluminium Sulphate-16-Water	-	$Al_2(SO_4)_3.16\ H_2O$	٪98	-	250 غ	صلبة	Hexadecahydrate
.9	محلول الأمونيا	Ammonia Solution	مادة قارضة	NH_3	٪35	0.88	1000 سم³	سائلة	"النشادر"
.10	إيثانوات الأمونيوم	Ammonium Acetate "Ammonium ethanote"	مادة مهيجة	$CH_3.COONH_4$	٪97	-	250 غ	صلبة	
.11	كربونات الأمونيوم	Ammonium Carbonate	مادة ضارة	NH_4CO_3	٪30	-	500 غ	صلبة	٪30 تركيز NH_3

◆ الكثافة المذكورة تكون عند درجة حرارة 20°س (الظروف الطبيعية).

الرقم	اسم المادة أو المركب الكيميائي		الإشارة التحذيرية	الرمز الكيميائي	التركيز المطلوب	الكثافة غ/سم^3	سعة العبوة	حالة المادة في الظرف الطبيعية	ملحوظات
	باللغة العربية	باللغة الإنجليزية							
12	كلوريد الأمونيوم	Ammonium Chloride	مادة ضارة	NH_4Cl	%99.5	-	100 غ	صلبة	
13	ديكرومات الأمونيوم	Ammonium Dicromate	متفجرة/ مهيجة	$(NH_4)_2Cr_2O_7$	%99	-	250 غ	صلبة	Orange,red crystals
14	نترات الأمونيوم	Ammonium Nitrate	مهيجة/مؤكسدة	NH_4NO_3	%99	-	500 غ	صلبة	
15	اكزلات الأمونيوم	Ammonium Oxalate "Ammounium ethanedioate"	مادة ضارة	$(COO.NH_4)_2$	%99	-	100 غ	صلبة	
16	فوق ثنائي كبريتات الأمونيوم	Ammonium Peroxodisulphate "Ammonium persulphate"	ضارة/مؤكسدة	$(NH_4)_2S_2O_8$	%98	-	250 غ	صلبة	
17	كبريتات الأمونيوم	Ammonium Sulphate	-	$(NH_4)_2SO_4$	%95	-	250 غ	صلبة	
18	1 - بنتانول	n-Amyl Alcohol "Pentan-1-ol	مادة ضارة	$CH_3(CH_2)_3CH_2OH$	%99	0.814	250 سم^3	سائلة	
19	انيلين	Aniline, "Phenylamine"	مادة سامة	$C_6H_5.NH_2$	-	-	250 سم^3	سائلة	
20	فيتامين (جـ)	L-Ascorbic Acid	-	CH_2OH	-	-	50 غ	صلبة	Powder
21	كربونات الباريوم	Barium Carbonate	مادة ضارة	$BaCO_3$	%98	-	250 غ	صلبة	
22	كلوريد الباريوم	Barium Chloride-2- Water	مادة ضارة	$BaCl_2.2H_2O$	%98	-	250 غ	صلبة	Dihydrate
23	هيدروكسيد الباريوم	Barium Hydroxide	مادة ضارة	$Ba(OH)_2$	%96	-	250 غ	صلبة	Pure
24	نترات الباريوم	Barium Nitrate	مؤكسدة/ضارة	$Ba(NO_3)_2$	%98	-	250 غ	صلبة	Crystals
25	فوق أكسيد الباريوم	Barium Peroxide	ضارة/مؤكسدة	BaO_2	%90	-	250 غ	صلبة	
26	كبريتات الباريوم	Barium Sulphate	مادة ضارة	$BaSO_4$	-	-	500 غ	صلبة	

الرقم	اسم المادة أو المركب الكيميائي		الإشارة التحذيرية	الرمز الكيميائي	التركيز المطلوب	الكثافة غ/سم^3	سعة العبوة	حالة المادة في الظرف الطبيعية	ملحوظات
	باللغة العربية	باللغة الإنجليزية							
.27	محلول بندكت	Benedict's Solution	مادة ضارة	-	-	1.21	500 سم^3	سائلة	
.28	بنزالديهايد	Benzaldehyde "Benzene carbaldehyde"	مادة ضارة	$C_6H_5.CHO$	٪99	1.05	100 سم^3	سائلة	
.29	حمض البنزويك	Benzoic Acid "Benzene Carboxylic acid"	مادة ضارة	$C_6H_5.COOH$	٪99.5	-	250 غ	صلبة	
.30	بروم	Bromine	قارضة/سامة	Br	٪99	3.11	100 سم^3	سائلة	
.31	بروم مائي	Bromine Water	مادة ضارة	Br	-	1.02	100 سم^3	سائلة	
.32	برومو بنزين	Bromobenzene	مادة مهيجة	C_6H_5Br	-	1.49	100 سم^3	سائلة	
.33	بروموفينول الأزرق*	Bromophenol Blue	-	-	-	-	5 غ	صلبة	pH range;2.8-4.6
.34	بروموثيمول الأزرق**	Bromothymol Blue	-	-	-	-	5غ	صلبة	pH range:6.0-7.6
.35	سبيكة النحاس الأصفر	Brass alloy	-	Cu& Zn	-	-	25 غ	صلبة	Copper & Zinc
.36	سبيكة برونز	Bronze alloy	-	Cu & Sn	-	-	25 غ	صلبة	Copper & Tine

* Colour Change: Yellow to bluish-violet.
** Colour Change: yellow to blue.

الرقم	اسم المادة أو المركب الكيميائي		الإشارة التحذيرية	الرمز الكيميائي	التركيز المطلوب	الكثافة غ/سم^3	سعة العبوة	حالة المادة في الظرف الطبيعية	ملحوظات
	باللغة العربية	باللغة الإنجليزية							
.37	بيوتانال	Butanal "Butyraldehyde"	مادة مشتعلة	$C_2H_5.CH_2.CHO$	-	0.801	250سم^3	سائلة	
.38	1 - بيوتانول	Butan-1-ol, "n=butanol"	مادة ضارة	$CH_3.(CH_2)_3.OH$	-	0.81	500 سم^3	سائلة	
.39	2 - بيوتانول	Butan-2-ol "sec-butyl alcohol"	مادة ضارة	$CH_3.CH(OH).C_2H_5$	-	0.807	500 سم^3	سائلة	
.40	بيوتانون	Butanone "Ethylmethyl ketone"	مادة مشتعلة	$C_2H_5.CO.CH_3$	-	0.804	500 سم^3	سائلة	
.41	رابع كلوريد الكربون	Carbon Tetrachloride	مادة سامة	CCl_4	-	1.59	500 سم^3	سائلة	
.42	كالسيوم	Calcium, metal	مادة مشتعلة	Ca	-	-	50 غ	صلبة	Granules
.43	إيثانوات الكالسيوم	Calcium Acetate, 1-Water "Calcium ethanoate"	-	$(CH_3COO)_2 Ca.H_2O$	-	-	250 غ	صلبة	Monohydrate
.44	كربيد الكالسيوم	Calcium Carbide "Calcium Dicarbide"	مادة مشتعلة	CaC_2	-	-	100 غ	صلبة	Pure
.45	كربونات الكالسيوم	Calcium Carbonate	-	$CaCO_3$	٪98.5	-	500 غ	صلبة	
.46	كلوريد الكالسيوم	Calcium Chloride 6-Water	مادة مهيجة	$CaCl_2.6H_2O$	٪97	-	500 غ	صلبة	Hexahydrate
.47	كلوريد الكالسيوم	Calcium Chloride	مادة مهيجة	$CaCl_2$	-	-	250 غ	صلبة	Dry, Fine, Granulated
.48	هيدروكسيد الكالسيوم	Calcium hydroxide	مادة مهيجة	$Ca(OH)_2$	-	-	500 غ	صلبة	
.49	نترات الكالسيوم	Calcium Nitrate 4-Water	مادة مهيجة	$Ca(NO_3)_2.4H_2O$	٪98	-	500 غ	صلبة	Tetrahydrate

الرقم	اسم المادة أو المركب الكيميائي باللغة العربية	باللغة الإنجليزية	الإشارة التحذيرية	الرمز الكيميائي	التركيز المطلوب	الكثافة غ/سم³	سعة العبوة	حالة المادة في الظرف الطبيعية	ملحوظات
.50	اكزلات الكالسيوم	Calcium Oxalate "Calciumethanedioate"	-	CaC_2O_4	-	-	100غ	صلبة	
.51	اكسيد الكالسيوم "الجيرالحي"	Calcium Oxide "Quicklime"	قارضة/ضارة	CaO	-	-	500غ	صلبة	Powder
.52	كبريتات الكالسيوم	Calcium Sulphate	-	$CaSO_4$	-	-	250غ	صلبة	
.53	بلسم كندا	Canada Balsam	مادة ضارة	-	-	1.02	50سم³	سائلة	Thick
.54	كلوروبنزين	Cholorobenzene	مادة ضارة	C_6H_5Cl	-	1.106	100سم³	سائلة	
.55	1 - كلوروبيوتان	1-Chlorobutane "n-butyl Chloride"	مادة مشتعلة	$CH_3(CH_2)_3Cl$	-	0.88	50 سم³	سائلة	
.56	2 - كلوروبيوتان	2-Chlorobutane	مشتعلة/ضارة	$CH_3CHCl.CH_2.CH_3$	-	0.87	100 سم³	سائلة	
.57	كلورفورم	Choloroform "Trichloro methan"	مادة ضارة	$CHCl_3$	-	1.48	500 سم³	سائلة	
.58	كولسترول	Cholesterol	-	$C_{27}H_{46}O$	-	-	25غ	سائلة	
.59	حمض الستريك (الليمون)	Citric Acid	-	$C_6H_8O_7$	%99.5	-	500غ	صلبة	Pure/Anhydrous
.60	كلوريد الكوبلت (II)	Cobalt (II) Nitrate-6-water	مادة ضارة	$CoCl_2.6H_2O$	%97	-	100غ	صلبة	Hexahydrate
.61	نترات الكوبلت (II)	Cobalt (II) Nitrate-6-water	ضارة/مؤكسدة	$Co(NO_3)_2.6H_2O$	%96	-	100غ	صلبة	Hexahydrate
.62	كبريتات الكوبلت (II)	Cobalt (II) Sulphate-7-water	مادة ضارة	$CoSO_4.7H_2O$	-	-	100غ	صلبة	Hexahydrate

الرقم	اسم المادة أو المركب الكيميائي		الإشارة التحذيرية	الرمز الكيميائي	التركيز المطلوب	الكثافة غ/سم^3	سعة العبوة	حالة المادة في الظرف الطبيعية	ملحوظات
	باللغة العربية	باللغة الإنجليزية							
.63	نحاس	Copper	-	Cu	-	-	250غ	صلبة	Filings, Foil Millings
.64	إيثانوات النحاس (II)	Copper(II)Acetate-1-Water "Copper(II)ethanoate,1-water"	مادة ضارة	$(CH_3COO)_2Cu.H_2O$	-	-	250غ	صلبة	Monohydrate
.65	كربونات النحاس (II)	Copper(II)Carbonate,2-Water	مادة ضارة	$CuCO_3.Cu(OH)_2$	%54	-	250غ	صلبة	
:66	كلوريد النحاس	Copper Chloride	مادة ضارة	$CuCl$	%95	-	50غ	صلبة	Anhydrous
.67	كلوريد النحاس (II)	Copper(II)Chloride-2Water	مادة ضارة	$CuCl_2.2H_2O$	-	-	250غ	صلبة	Dihydrate
.68	نترات النحاس (II)	Copper(II)Nitrate-3Water	مادة ضارة	$Cu(No_3)_2.3H_2O$	%95	-	250غ	صلبة	Pure/Trihydrate
.69	أكسيد النحاس	Copper Oxide	مادة ضارة	Cu_2O	-	-	100غ	صلبة	
.70	اكسيد النحاس (II)	Copper(II) Oxide	-	CuO	%97	-	250غ	صلبة	
.71	كبريتات النحاس (II)	Copper(II)Sulphate5-Water	-	$CuSO_4.5H_2O$	%99	-	500غ	صلبة	Powder/Hemihy drate
.72	كبريتات النحاس (II)	Copper(II)Sulphate	مادة ضارة	$CuSO_4$	%97	-	250غ	صلبة	Poder/Anhydrous
.73	1 -4ثاني كلوربنزين	1.4-Dichlorobenzene	مادة ضارة	$C_6H_4Cl_2$	%97	-	250غ	صلبة	،
.74	كلوريد الميثيلين	Dichloromethane"Methylene Chloride"	مادة ضارة	CH_2Cl_2	-	1.325	500سم^3	سائلة	
.75	إيثر	DiethylEther, "Ether" "Ethoxyethane"	مادة مشتعلة	$(C_2H_5)_2O$	-	0.714	500سم^3	سائلة	
.76	ايوسين	Eosion	مادة مشتعلة	-	-	-	100سم^3	سائلة	Pure
.77	إيثانال	Ethanal,"Acetaldehyde"	مادة مشتعلة	$CH_3.CHO$	-	0.780	500سم^3	سائلة	

الرقم	اسم المادة أو المركب الكيميائي		الإشارة التحذيرية	الرمز الكيميائي	التركيز المطلوب	الكثافة غ/سم^3	سعة العبوة	حالة المادة في الظرف الطبيعية	ملحوظات
	باللغة العربية	باللغة الإنجليزية							
.78	إيثانول	Ethanol, "Ethylalcohol"	مادة مشتعلة	C_2H_5OH	%99	-	500سم^3	سائلة	
.79	إيثانوات الإيثيل	Ethyl Acetate "Ethyl ethanoate"	مادة مشتعلة	$CH_3COOC_2H_5$	%97	0.90	500سم^3	سائلة	
.80	محلول فهلنج (رقم1)	Fehling's Solution, No.1 "Copper (II) Sulphate"	-	$CuSO_4$	-	1.04	500سم^3	سائلة	
.81	محلول فهلنج (رقم2)	Fehling's Solution, No.2 "Alkaline tartarate"	مادة قارضة	-	-	1.24	500سم^3	سائلة	
.82	ميثانال (فورمالديهايد)	Formaldehyde, "Methanal"	مادة سامة	H.CHO	%40	1.09	1000سم^3	سائلة	
.83	كحول فورمالين	Formalin Alcohol	مادة مشتعلة	-	%85	-	500سم^3	سائلة	
.84	غليسرول (غليسرين)	Glycerol, "Glycerine" "Propane-1.2.3-triol"	-	-	%98	1.26	50سم^3	سائلة	Anhydrous
.85	هيدرازين	Hydrazine	مادة سامة	$H_4N_2.H_2O$	%99	-	250سم^3	سائلة	Monohydrate
.86	حمض الهيدروكلوريك	Hydrochloric Acid	مادة قارضة	HCl	%37	1.18	1000سم^3	سائلة	
.87	فوق اكسيد الهيدروجين	Hydrogen Peroxide	مادة قارضة	H_2O_2	%30	1.11	500سم^3	سائلة	
.88	يود	Iodine	مادة ضارة	I	%99.5	-	250غ	صلبة	Pure
.89	برادة حديد	Iron Fillings	-	Fe	-	-	500غ	صلبة	Fine
.90	كربونات الحديد (II)	Iron (II) Carbonate	-	$FeCO_3$	-	-	250غ	صلبة	
.91	كلوريد الحديد (II)	Iron (II) Chloride, 4-Water	مادة ضارة	$FeCl_2.4H_2O$	-	-	250غ	صلبة	Tetrahydrate

الرقم	اسم المادة أو المركب الكيميائي باللغة العربية	اسم المادة أو المركب الكيميائي باللغة الإنجليزية	الإشارة التحذيرية	الرمز الكيميائي	التركيز المطلوب	الكثافة غ/سم^3	سعة العبوة	حالة المادة في الظرف الطبيعية	ملحوظات
.92	كلوريد الحديد (III)	Iron (III) Chloride,6Water	مادة مهيجة	$FeCl_3.6H_2O$	-	-	500غ	صلبة	Hexahyrate
.93	كلوريد الحديد (III)	Iron(III) Chloride	مادة مهيجة	$FeCl_3$	-	-	250غ	صلبة	Anhydrous
.94	نترات الحديد (III)	Iron(III)Nitrate,9-Water	مادة مهيجة	$Fe(NO_3)_3.9H_2O$	-	-	100غ	صلبة	Nonahydrate
.95	اكزلات الحديد (II)	Iron (II)Oxalate,2-Water "Iron(II) Ethanedioate"	مادة مهيجة	$FeC_2O_4.2H_2O$	-	-	100غ	صلبة	Dihydrate
.96	اكسيد الحديد (III)	Iron (III) Oxide	-	Fe_2O_3	-	-	500غ	صلبة	
.97	كبريتات الحديد (II)	Iron (II) Sulphate, 7-Water	-	$FeSO_4.7H_2O$	%100	-	250غ	صلبة	Heptahydrate
.98	كبريتات الحديد (III)	Iron (III) Sulphate	مادة مهيجة	$Fe_2(SO_4)_3$	-	-	500غ	صلبة	
.99	رصاص	Lead	مادة سامة	Pb	-	-	500غ	صلبة	Foil
.100	إيثانوات الرصاص (II)	Lead (II)Acetate, 3-water "Lead (II) Ethanoate	مادة سامة	$CH_3(COO)_2Pb.3H_2O$	%100	-	500غ	صلبة	Trihydrate
.101	بروميد الرصاص (II)	Lead (II)Bromide	مادة سامة	$PbBr_2$	-	-	250غ	صلبة	
.102	كربونات الرصاص (II)	Lead (II) Carbonate	مادة سامة	$PbCO_3$	-	-	250غ	صلبة	
.103	كلوريد الرصاص (II)	Lead (II) Chloride	مادة سامة	$PbCl_2$	-	-	100غ	صلبة	Pure
.104	يوديد الرصاص (II)	Lead (II) Iodide	مادة سامة	PbI_2	-	-	50غ	صلبة	
.105	نترات الرصاص (II)	Lead (II) Nitrate	سامة/مؤكسدة	$Pb(NO_3)_2$	%98	-	250غ	صلبة	Pure
.106	أكسيد الرصاص (II)	Lead (II) Oxide	مادة سامة	PbO	%99	-	250غ	صلبة	
.107	اكسيد الرصاص (IV)	Lead (IV) Oxide	سامة/مؤكسدة	PbO_2	%94	-	100غ	صلبة	

الرقم	اسم المادة أو المركب الكيميائي		الإشارة التحذيرية	الرمز الكيميائي	التركيز المطلوب	الكثافة غ/سم^3	سعة العبوة	حالة المادة في الظرف الطبيعية	ملحوظات
	باللغة العربية	باللغة الإنجليزية							
.108	كبريتات الرصاص (II)	Lead (II) Sulphate	مادة سامة	$PbSO_4$	98٪	-	100غ	صلبة	
.109	كبريتيد الرصاص (II)	Lead (II) Sulphide	مادة سامة	PbS	-	-	100غ	صلبة	
.110	صبغة ليشمان	Lishman's Stain	مشتعلة/سامة	-	-	-	100سم^3	سائلة	Solution in Methanol
.111	ليثيوم	Lithium	مشتعلة/قارضة	Li	-	-	100غ	صلبة	In Liquid Paraffin
.112	كربونات الليثيوم	Lithium Carbonate	مادة ضارة	Li_2CO_3	-	-	100غ	صلبة	
.113	كلوريد الليثيوم	Lithium Chloride	مادة ضارة	LiCl	-	-	100غ	صلبة	Anhydrous
.114	محلول الليتموس	Litmus, Solution	-	-	-	-	100سم^3	سائلة	pH rang 5-8
.115	مغنيسيوم	Magnesium	مادة مشتعلة	Mg	-	-	50غ	صلبة	Powder, Ribbon, Turning
.116	كربونات المغنيسيوم	Magnesium Carbonate	-	$MgCO_3$	-	-	500غ	صلبة	
.117	كلوريد المغنيسيوم	Magnesium Chloride,6-Water	-	$MgCl_2.6H_2O$	97٪	-	500غ	صلبة	Hexahydrate
.118	هيدروكسيد المغنيسيوم	Manesium Hydroxide	-	$Mg(OH)_2$	95٪	-	100غ	صلبة	
.119	نترات المغنيسيوم	Magnesium Nitrate,6-Water	مادة مؤكسدة	$Mg(NO_3)_2.6H_2O$	98٪	-	250غ	صلبة	Hexahydrate
.120	أكسيد المغنيسيوم	Magnesium Oxide	-	MgO	-	-	250غ	صلبة	
.121	كبريتات المغنيسيوم	Magnesium Sulphate	-	$MgSO_4$	66٪	-	500غ	صلبة	Dried
.122	منغنيز	Manganese	-	Mn	-	-	100غ	صلبة	Flake
.123	كربونات المنغنيز (II)	Manganese (II) Carbonate	-	$MnCO_3$	-	-	250غ	صلبة	
.124	كلوريد المنغنيز (II)	Manganese (II) Chloride	مادة ضارة	$MnCl_2$	-	-	250غ	صلبة	Anhydrous

الرقم	اسم المادة أو المركب الكيميائي		الإشارة التحذيرية	الرمز الكيميائي	التركيز المطلوب	الكثافة غ/سم³	سعة العبوة	حالة المادة في الظرف الطبيعية	ملحوظات
	باللغة العربية	باللغة الإنجليزية							
.125	اكسيد المنغنيز (IV)	Manganese(IV)Oxide "Manganese dioxide"	مادة ضارة	MnO_2	٪70	-	250غ	صلبة	•
.126	كبريتات المنغنيز (II)	Manganese(II) Sulphate	-	$MnSO_4$	٪98	-	250غ	صلبة	
.127	زئبق	Mercury	مادة سامة	Hg	-	-	100غ	سائلة	
.128	كلوريد الزئبق (II)	Mercury(II)Chloride	مادة سامة	$HgCl_2$	٪99.5	-	100غ	صلبة	
.129	اكسيد الزئبق (II)	Mercury (II) Oxide	مادة سامة	HgO	-	-	50غ	صلبة	Red
.130	ميثانول (كحول ميثيل)	Methanol, "Methl alcohol"	مشتعلة/سامة	CH_3OH	٪99	0.791	1000سم³	سائلة	
.131	ميثيل بنزين (تولوين)	Methyl benzene, "Toluene"	مشتعلة/سامة	$C_6H_5.CH_3$	-	0.866	500سم	سائلة	
.132	نفثالين	Naphthalene	مادة ضارة	$C_{10}H_8$	-	-	250غ	صلبة	
.133	نيكل	Nickel	مادة ضارة	Ni	-	-	100غ	صلبة	
.134	كربونات النيكل (II)	Nickel(II) Carbonate	مادة ضارة	$NiCO_3$	-	-	100غ	صلبة	
.135	كلوريد النيكل (II)	Nickel (II) Choloride	مادة سامة	$NiCl_2$	-	-	250غ	صلبة	Anhydrous
.136	نترات النيكل (II)	Nickel (II) Nitrate	مادة ضارة	$Ni(NO_3)_2$	٪98	-	250غ	صلبة	
.137	اكسيد النيكل (II)	Nickel (II) Oxide	-	NiO	-	-	100غ	صلبة	
.138	كبريتات النيكل (II)	Nickel (II) Sulphate	مادة ضارة	$NiSO_4$	-	-	250غ	صلبة	
.139	حمض النيتريك	Nitric Acid	مهيجة/قارضة	HNO_3	70%	1.41	1000سم³	سائلة	
.140	حمض الأكزليك	Oxalic Acid "Ethanedioic acid"	مادة ضارة	$(COOH)_2$	٪99	-	250غ	صلبة	

الرقم	اسم المادة أو المركب الكيميائي: باللغة العربية	باللغة الإنجليزية	الإشارة التحذيرية	الرمز الكيميائي	التركيز المطلوب	الكثافة غ/سم^3	سعة العبوة	حالة المادة في الظرف الطبيعية	ملحوظات
.141	فينول	Phenol, "Carbolic acid"	مادة سامة	$C_6H_5.OH$	٪98	-	250غ	صلبة	Crystals
.142	انيلين	Phenylamine, "Aniline"	مادة سامة	$C_6H_5.NH_2$	٪99	1.02	250سم^3	سائلة	
.143	حمض الفسفوريك	Phosphoric (V) Acid "Orthophosphoric acid"	مادة قارضة	H_3PO_4	٪85	1.7	250سم^3	سائلة	
.144	فسفور، (أحمر)	Phosphorus, Red	مادة مشتعلة	P	-	-	25غ	صلبة	
.145	فسفور، (اصفر)	Phosphorus, Yellow	مشتعلة/سامة	P	-	-	25غ	صلبة	
.146	فسفور، (ابيض)	Phosphorus, White	مادة مشتعلة	P	-	-	25غ	صلبة	
.147	بوتاسيوم	Potassium	مشتعلة/قارضة	K	-	-	25غ	صلبة	In Liquid Paraffin
.148	برومات البوتاسيوم	Potassium Bromate (V)	سامة/مؤكسدة	$KBrO_3$	٪99.5	-	100غ	صلبة	
.149	بروميد البوتاسيوم	Potassium Bromide	-	KBr	٪98	-	500غ	صلبة	
.150	كربونات البوتاسيوم	Potassium Carbonate	مادة ضارة	K_2CO_3	٪99	-	500غ	صلبة	Anhydrous
.151	كلورات البوتاسيوم	Potassium Chlorate (V)	مؤكسدة/ضارة	$KClO_3$	٪99	-	500غ	صلبة	Pure
.152	كلوريد البوتاسيوم	Potassium Chloride	-	KCl	٪99.5	-	500غ	صلبة	
.153	كرومات البوتاسيوم	Potassium Chromate (VI)	مادة سامة	K_2CrO_4	٪99	-	250غ	صلبة	
.154	ديكرومات البوتاسيوم	Potassium Dichromate (VI)	مادة سامة	$K_2Cr_2O_7$	٪99.5	-	250غ	صلبة	
.155	اكزلات البوتاسيوم	Potassium Ethanedioate "Potassium Oxalate"	مادة ضارة	$(COOK)_2$	-	-	250غ	صلبة	
.156	سداسي سيانو حديدات (III) البوتاسيوم	Potassium Hexacyano ferrate "Potassium ferricyanide"	-	$K_3Fe(NC)_6$	٪99	-	250غ	صلبة	

الرقم	اسم المادة أو المركب الكيميائي - باللغة العربية	اسم المادة أو المركب الكيميائي - باللغة الإنجليزية	الإشارة التحذيرية	الرمز الكيميائي	التركيز المطلوب	الكثافة غ/سم³	سعة العبوة	حالة المادة في الظرف الطبيعية	ملحوظات
.157	كربونـــات البوتاســـيوم الهيدروجينية	Potassium Hydrogen Carbonate "Potassium Bicrbonate"	-	$KHCO_3$	٪100	-	500غ	صلبة	
.158	كبريتـــات البوتاســـيوم الهيدروجينية	Potassium Hydrogen Sulphate "Potassium bisulphate"	مادة قارضة	$KHSO_4$	٪98	-	250غ	صلبة	
.159	هيدروكسيد البوتاسيوم	Potassium Hydroxide	مادة قارضة	KOH	٪85	-	500غ	صلبة	
.160	يودات البوتاسيوم	Potassium Iodate (V)	ضارة/مؤكسدة	KIO_3	٪99.5	-	250غ	صلبة	Pellets
.161	يوديد البوتاسيوم	Potassium Iodide	-	KI	٪99	-	100غ	صلبة	Pure
.162	بيرمنغنات البوتاسيوم	Potassium Manganate (VII) "Potassium Permanganage"	ضارة/مؤكسدة	$KMnO_4$	٪99	-	500غ	صلبة	Pure
.163	نترات البوتاسيوم	Potassium Nitrate	مادة مؤكسدة	KNO_3	٪99	-	500غ	صلبة	
.164	نيتريت بالبوتاسيوم	Potassium Nitrite	مؤكسدة/سامة	KNO_2	٪98	-	250غ	صلبة	
.165	فوق كبريتات البوتاسيوم	Potassium Persulphate	مؤكسدة/ضارة	$K_2S_2O_8$	٪99.5	-	250غ	صلبة	
.166	كبريتات البوتاسيوم	Potassium Sulphate	-	K_2SO_4	٪99	-	500غ	صلبة	Pure
.167	ثيوسيانات البوتاسيوم	Potasssium Thiocyanate	مادة ضارة	KSCN	٪97		250غ	صلبة	Pure
.168	1 -بروبانول	Propan-1-ol "n-Propyl alcohol"	مادة مشتعلة	$C_2H_5.CH_2OH$	-	0.804	250سم³	سائلة	
.169	2 -بروبانول	Propon-2-ol "iso-Propyl alcohol"	مادة مشتعلة	$(CH_3)_2CHOH$	-	0.785	500سم³	سائلة	
.170	إيثانوات الفضة	Silver Acetate	مادة مهيجة	CH_3COOAg	٪99		250غ	صلبة	

الرقم	اسم المادة أو المركب الكيميائي		الإشارة التحذيرية	الرمز الكيميائي	التركيز المطلوب	الكثافة غ/سم3	سعة العبوة	حالة المادة في الظرف الطبيعية	ملحوظات
	باللغة العربية	باللغة الإنجليزية							
171	نترات الفضة	Sliver Nitrate	مادة قارضة	$AgNO_3$	٪100	-	25غ	صلبة	Crystals
.172	صوديوم	Sodium	مشتعلة/قارضة	Na	-	-	25غ	صلبة	In Liquid Paraffin
.173	إيثانوات الصوديوم	Sodium Acetate	-	CH_3COONa	٪99.5	-	250غ	صلبة	Anhydrous
.174	كربونات الصوديوم الهيدروجينية	Sodium Bicrbonate	-	$NaHCO_3$	٪100	-	500غ	صلبة	
.175	كبريتات الصوديوم الهيدروجينية	Soduim Bisulphate	مادة قارضة	$NaHSO_4$	٪98	-	500غ	صلبة	Anhydrous
.176	بروميد الصوديوم	Sodium Bromide	مادة مهيجة	NaBr	٪99	-	250غ	صلبة	
.177	كربونات الصوديوم	Sodium Carbonate	مادة مهيجة	Na_2CO_3	٪99.5	-	500غ	صلبة	Anhyrous
.178	كلورات الصوديوم	Soidium Chlorate (V)	مؤكسدة/ضارة	$NaClO_3$	٪98	-	50غ	صلبة	
.179	كلوريد الصوديوم	Sodium Chloride	-	NaCl	٪99	-	1000غ	صلبة	
.180	ديكرومات الصوديوم	Sodium Dicromate (VI),2-Water	سامة/مهيجة	$Na_2Cr_2O_7.2H_2O$	٪98	-	250غ	صلبة	Dihydrate
.181	هيدروكسيد الصوديوم	Sodium Hydroxide	مادة قارضة	NaOH	٪98	-	500غ	صلبة	Pellets
.182	يودات الصوديوم	Sodium Iodate (V)	مهيجة/مؤكسدة	$NaIO_3$	٪99.5	-	50غ	صلبة	
.183	يوديد الصوديوم	Sodium Iodide	-	NaI	٪99	-	100غ	صلبة	
.184	ديكبريتات الصوديوم	Sodium Metabisalphate "Sodium disulpate (VI)"	مادة ضارة	$Na_2S_2O_5$	٪90	-	500غ	صلبة	
.185	نترات الصوديوم	Sodium Nitrate	مؤكسدة/مهيجة	$NaNO_3$	٪98	-	500غ	صلبة	
.186	نيتريت الصوديوم	Sodium Nitrite	مؤكسدة/سامة	$NaNO_2$	٪96	-	250غ	صلبة	

الرقم	اسم المادة أو المركب الكيميائي		الإشارة التحذيرية	الرمز الكيميائي	التركيز المطلوب	الكثافة غ/سم3	سعة العبوة	حالة المادة في الظرف الطبيعية	ملحوظات
	باللغة العربية	باللغة الإنجليزية							
.187	أكزلات الصوديوم	Sodium Oxalate	مادة ضارة	$(COONa)_2$	%98.5	-	250غ	صلبة	
.188	كبريتات الصوديوم	Sodium Sulphate	-	Na_2SO_4	%99	-	500غ	صلبة	Anhydrous
.189	كبريتيد الصوديوم	Sodium Sulphid,9-Water	مادة قارضة	$Na_2S.9H_2O$	-	-	100غ	صلبة	Nonahydrate
.190	كبريتيت الصوديوم	Soudium Sulphite	مادة ضارة	Na_2SO_3	%95	-	500غ	صلبة	Anhydrous
.191	كبريت	Sulphur	مادة مشتعلة	S	%99	-	500غ	صلبة	
.192	حمض الكبريتيك	Sulphuric Acid	مادة قارضة	H_2SO_4	%97	1.83	1000سم^3	سائلة	
.193	قصدير	Tin	-	Sn	-	-	250غ	صلبة	Granulated
.194	كلوريد القصدير (II)	Tin (II)Chloride,2-Water	ضارة/مهيجة	$SnCl_2.2H_2O$	%95	-	250غ	صلبة	Dihydrate
.195	كلوريد القصدير (IV)	Tin (IV) Chloride, 5-Water	مادة قارضة	$SnCl_4.5H_2O$	-	-	100غ	صلبة	Hemihydrate
.196	خارصين	Zinc	مادة مشتعلة	Zn	-	-	500غ	صلبة	Powder or granular
.197	بروميد الخارصين	Zinc Bromide	مادة قارضة	$ZnBr_2$	-	-	100غ	صلبة	Anhydrous
.198	كربونات الخارصين	Zinc Carbonate	-	$ZnCO_3$	-	-	500غ	صلبة	
.199	كلوريد الخارصين	Zinc Chloride	مادة قارضة	$ZnCl_2$	%95	-	500غ	صلبة	Granular
.200	نترات الخارصين	Zinc Nitrate,6- Water	مؤكسدة/ضارة	$Zn(NO_3)_2.6H_2O$	%98	-	250غ	صلبة	Hexahydrated Crystaline
.201	أكسيد الخارصين	Zinc Oxide	-	ZnO	%99	-	500غ	صلبة	
.202	كبريتات الخارصين	Zinc Sulphate,7-Water	مادة مهيجة	$ZnSO_4.7H_2O$	%99.5	-	500غ	صلبة	Heptahydrate

المراجـــع

المراجع العربية:

1. أمين رويحة، الإسعافات الأولية، الطبعة الأولى، دار القلم، بيروت.
2. جميل نعمان شاهين، الطرائق العملية في المختبرات التعليمية، الطبعة الثانية، دار المناهج، عمان 2004م.
3. جميل شاهين، خولة خطاب، المختبر المدرسي ودوره في تدريس العلوم، الطبعة الأولى، دار عالم الثقافة، عمان، 2005م.
4. الجمعية الكيميائية الأردنية، دليل التجارب في الكيمياء، للصف الثاني الثانوي العلمي، الطبعة الثالثة، وزارة التربية والتعليم، عمان، 1989م.
5. الجمعية الكيميائية الأردنية، دليل التجارب في الكيمياء، للصف الثالث الثانوي العلمي، الطبعة الثالثة، وزارة التربية والتعليم، عمان ، 1989م.
6. صلاح يحياوي وآخرون، تجارب في الكيمياء العامة (1،2)، مطبعة الإنشاء، دمشق، 1981.
7. عبد الجواد فائق الطيطي، تقنيات التعليم بين النظرية و التطبيق، الطبعة الأولى، دار قدسية، إربد، 1992م.
8. عبد الرحمن يوسف، سناء حجاوي، الأمن والسلامة في المختبر (ق/ 2/ 1993)، (مادة تدريبية)، وزارة التربية والتعليم، عمان، 1992م.
9. عبد الكريم رشراش الجبارين، دليل الغازات الطبية والصناعية، مديرية الدفاع المدني، عمان.
10. عصام القلق، تجارب في الكيمياء، المطبعة الجديدة، دمشق، 1983م.
11. كمال إبراهيم أبو داري وآخرون، الكيمياء العامة العملية، دار الفكر للنشر والتوزيع، عمان، 1991 م.
12. ماجد محمد الحوري، ورقة عمل خاصة بالمشروع رقم (700)، سلطنه عمان، حول صيانة وإصلاح ومعايرة أجهزة المختبرات التعليمية، اليونسكو، 1993 م.
13. منظمة الصحة العالمية، دليل الطرائق الأساسية في المختبرات الطبية، جنيف، 1983 م.
14. الهادي زروق وآخرون، كيمياء العناصر، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس، 1988م.

15. وزارة التربية والتعليم، دليل التجارب العملية في العلوم، للصف الأولى الإعدادي، الطبعة الأولى، عمان، 1988 م.
16. وزارة التربية والتعليم، دليل المعلم لتقنيات التعليم (العلوم)، ج 1 ، الطبعة الأولى، قطر، 1988 م.
17. وزارة التربية والتعليم، دليل الأجهزة والمواد المخبرية للمرحلتين الأساسية والثانوية، الطبعة الأولى، عمان، 2000م.
18. وزارة التربية والتعليم، دليل استخدام الوسائل التعليمية، قطر، 1992 م.
19. وزارة المعارف، دليل الوسائل التعليمية، المملكة العربية السعودية، 1403 هـ.
20. اليونسكو، مرجع اليونسكو في تعليم العلوم، ترجمة أحمد شفيق الخطيب، الطبعة الثانية، مكتبة لبنان، 1986 م.
21. عبد الرحمن العبادي، وآخرون، تحضير المحاليل الكيميائية، ورقة عمل المدرب، (م ت/ ق م / 95 – 1996م)، وزارة التربية والتعليم، الأردن، عمان.
22. الصديق الشكشوكي، وآخرون، الكيمياء التحليلية والنووية وغير العضوية، أمانة التعليم، الجماهيرية العربية الليبية، 1981م.

المراجع الأجنبية:

- A Laboratory Manual for Schools and Colleges. John Creecly, B.Sc. M. l Bicl.
  Heinemann Educational Books, London, 1979.
- American Chemical Society, a chemistry in the community. Hunt publishing 1988.
- General Catalogue Biology, Leybold, 1993.
- General Catalogue Chemistry, Leybold 1993.
- Heilmor, C. H. Focus on Life Science. Merril Publishing co. Columbus, ohio, U.S.A. 1984.
  Philip Harris Catalogue, 2003.
- Philip Harris Catalogue for education, 2004.
- Philip Harris Catalogue, 2005.
- Safety in Academic Chemistry Laboratories, American Chemical Society, Committee on Chemical Safety, 1979.
- Safety in Working with Chemicals. M. E. Green & A. Turk. Mc Millan publishing co. Ine, 1978.
- WARD'S BIOLOGY, Catalogue, 1994.

المحتويـــات

إرشادات السلامة في مختبر الكيمياء

الفصل الأول

تجهيزات مختبر الكيمياء

الفصل الثاني
أجهزة من مختبر الكيمياء

الفصل الثالث
مهارات أساسية للعمل في مختبر الكيمياء

الفصل الرابع
تحضير المحاليل الكيميائية

الملاحــق